JIS

機械類の安全性－機械の電気装置－
第11部：交流1000V又は直流1500Vを超え36kV以下の高電圧装置に対する要求事項

JIS B 9960-11 : 2004

(JMF)

(2010確認)

平成16年3月25日 制定

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

日本工業標準調査会標準部会 産業機械技術専門委員会 構成表

	氏名	所属
（委員会長）	朝田泰英	財団法人電力中央研究所
（委員）	永壽伴章	独立行政法人産業技術総合研究所
	大地昭生	日本内燃機関連合会（株式会社東芝電力システム社）
	大湯孝明	社団法人日本農業機械工業会
	岡崎治義	社団法人日本建設機械化協会
	小栗邦夫	農林水産省
	佐野正道	国土交通省
	西本徳生	厚生労働省
	平野正明	社団法人日本機械工業連合会
	広瀬俊彦	財団法人エンジニアリング振興協会
	藤咲浩二	社団法人日本産業機械工業会
	宮川嘉朗	社団法人全国木工機械工業会

主務大臣：厚生労働大臣，経済産業大臣　制定：平成16.3.25
官報公示：平成16.3.25
原案作成者：社団法人日本機械工業連合会
（〒105-0011　東京都港区芝公園3丁目5-8　機械振興会館　TEL 03-3434-9436）
審議部会：日本工業標準調査会　標準部会（部会長　二瓶　好正）
審議専門委員会：産業機械技術専門委員会（委員会長　朝田　泰英）

この規格についての意見又は質問は，上記原案作成者，厚生労働省労働基準局 安全衛生部安全課［〒100-8916　東京都千代田区霞が関1丁目2-2　TEL 03-5253-1111（代表）］又は経済産業省産業技術環境局 標準課産業基盤標準化推進室［〒100-8901　東京都千代田区霞が関1丁目3-1　TEL 03-3501-1511（代表）］にご連絡ください。

なお，日本工業規格は，工業標準化法第15条の規定によって，少なくとも5年を経過する日までに日本工業標準調査会の審議に付され，速やかに，確認，改正又は廃止されます。

まえがき

この規格は，工業標準化法第 12 条第 1 項の規定に基づき，社団法人日本機械工業連合会(JMF)から，工業標準原案を具して日本工業規格を制定すべきとの申出があり，日本工業標準調査会の審議を経て，厚生労働大臣及び経済産業大臣が制定した日本工業規格である。

制定に当たっては，日本工業規格と国際規格との対比，国際規格に一致した日本工業規格の作成及び日本工業規格を基礎にした国際規格原案の提案を容易にするために，**IEC 60204-11**:2000，Safety of machinery－Electrical equipment of machines－Part 11 : Requirements for HV equipment for voltages above 1000V a.c. or 1500V d.c. and not exceeding 36kV を基礎として用いた。

この規格の一部が，技術的性質をもつ特許権，出願公開後の特許権，実用新案権，又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。厚生労働大臣及び経済産業大臣並びに日本工業標準調査会は，このような技術的性質をもつ特許権，出願公開後の特許出願，実用新案権，又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について，責任はもたない。

JIS B 9960-11 には，次に示す附属書がある。

附属書 A（参考）この規格が対象とする機械の例

附属書 B（参考）機械の高電圧装置に関する調査書

附属書 C（参考）中性点直接接地方式又は中性点低抵抗接地方式における裸保護導体の断面積の計算法

附属書 D（参考）高電圧装置におけるケーブルの定格電圧と最高電圧の関係

附属書 E（参考）接地及び保護ボンディングに関する用語の関連付け

附属書 1（参考）**JIS** と対応する国際規格との対比表

JIS B 9960 の規格群には，次に示す部編成がある。

JIS B 9960-1 第 1 部：一般要求事項

JIS B 9960-11 第 11 部：交流 1 000V 又は直流 1 500V を超え 36kV 以下の高電圧装置に対する要求事項

JIS B 9960-31 第 31 部：縫製機械，縫製ユニット及び縫製システムの安全性と EMC に対する要求事項

JIS B 9960-32 第 32 部：巻上機械に対する要求事項

目　次

ページ

ページ

日本工業規格　JIS B 9960-11：2004

機械類の安全性－機械の電気装置－第11部：交流1000V又は直流1500Vを超え36kV以下の高電圧装置に対する要求事項

Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 11 : Requirements for HV equipment for voltages above 1000V a.c. or 1500V d.c. and not exceeding 36kV

序文　この規格は，2000年に第1版として発行された **IEC 60204-11**：2000，Safety of machinery－Electrical equipment of machines－Part 11 : Requirements for HV equipment for voltages above 1000V a.c. or 1500V d.c. and not exceeding 36kV を翻訳し，技術的内容を変更して作成した日本工業規格である。

なお，この規格で側線又は点線の下線を施してある箇所は，原国際規格を変更又は追加している事項である。変更の一覧表をその説明を付けて，**附属書1**（参考）に示す。

この規格は，次のことを促進するために，機械の高電圧装置並びに関連する低電圧装置に関する要求事項及び推奨事項を規定する。

－　人及び財産の安全
－　制御応答の一貫性
－　保全の容易さ

高性能を達成するために，上記の重要事項を無視することがあってはならない。

これらの要求事項を適用する対象の一例としては，機械類の故障が重大な経済的影響をもたらすような状況で使用される，材料加工処理のための機械又は機械群が挙げられる。

図1は，この規格で規定される電気装置の各種要素を示す機械及び関連装置のブロック図である。括弧内の番号は，この規格の箇条番号を示す。安全防護物，ソフトウェア及び文書を含めたすべての要素が，通常，少なくとも一つの管理制御レベルをもつ機械及び機械群を構成していると理解される。

この規格の使用に関するガイドが，**JIS B 9960-1** の**附属書F**（参考）に示されている。

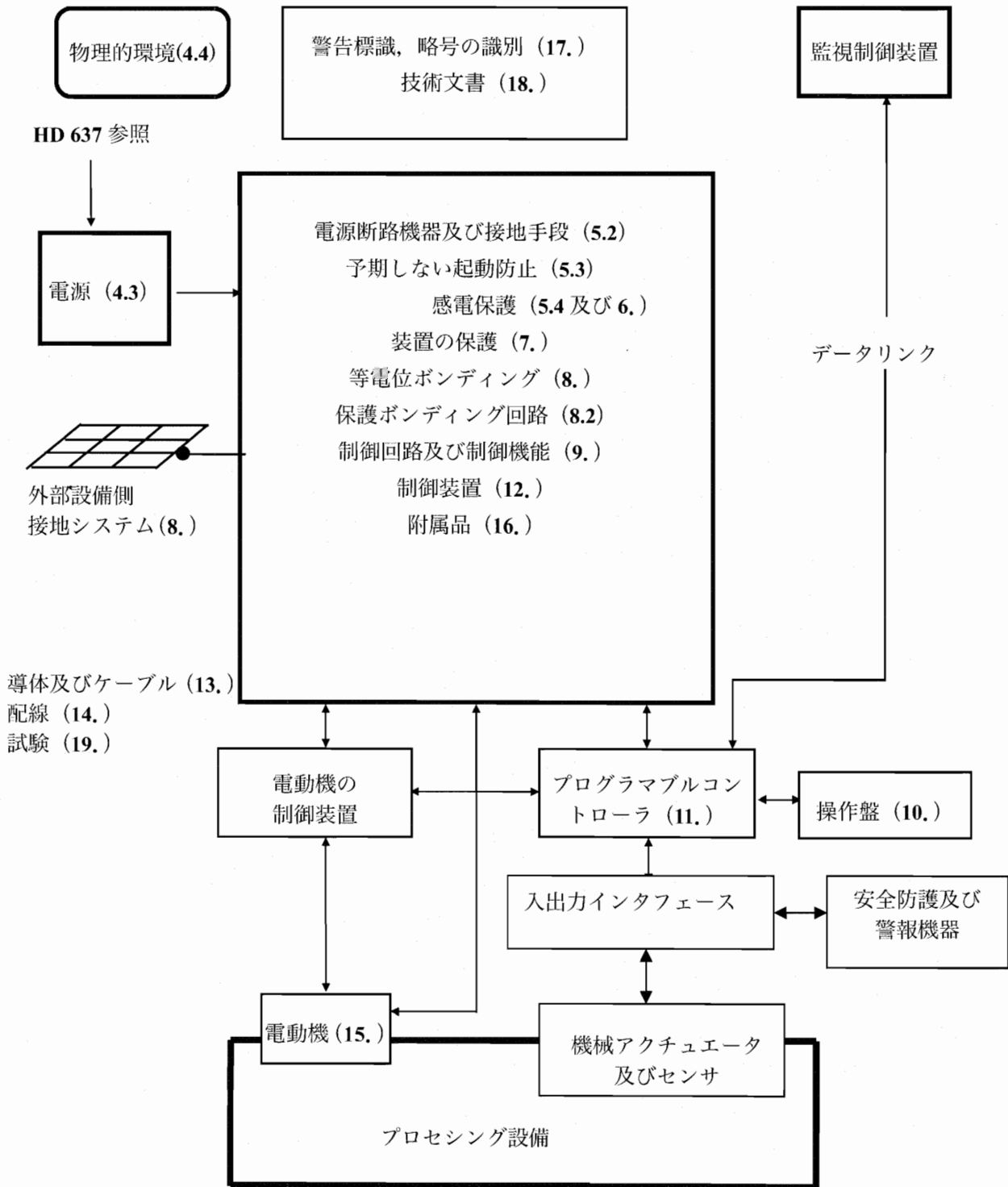



図 1　高電圧装置をもつ機械のブロック図

1. 適用範囲 この規格は，連携して稼動する一群の機械を含み，より上位のシステムに属する部分（例えば，システム間のコミュニケーション）を除く電気，電子装置及び機械システムに適用する。

この規格は，公称電源電圧が交流 1 000 V 又は直流 1 500 V を超え，交流又は直流 36 kV 以下で，200 Hz 以下の公称周波数で稼動する，装置又は装置の部分に適用する。これより高い電圧又は高い周波数を用いる場合は，特別な要求事項が必要となる。

この規格において，“高電圧装置”とは，高電圧で作動する装置全体の一部を構成する低電圧装置をも包含する。この規格における要求事項は，別途規定しない限り，基本的に高電圧で作動する部分に適用する。**JIS B 9960-1** の要求事項は，この規格が引用する範囲で高電圧装置にも適用する。

備考1. 高電圧装置の部分を構成しない交流 1 000 V 又は直流 1 500 V を超えない電圧で作動する低電圧装置は，**JIS B 9960-1** で規定している。

2. この規格において，用語“電気的”は，電気的及び電子的事項の両方を含む。すなわち，電気装置は，電気装置と電子装置の両方を意味する。

この規格が規定する電気装置と電源施設との境界は，機械の電気装置への電源の接続点とする(**5.1** 参照)。

参考 電源施設に対しては，CENELEC 文書（**HD 637 交流 1 000V を超える電源施設**）に規定がある。**HD** とは CENELEC 文書の Harmonized Document のことである。

この規格は用途規格（application standard）であり，技術の進歩を制限又は妨げるものではない。また，電気的危険源以外の危険源から人を保護するために必要な他の規格又は規則が要求する事項（例えば，ガード，インタロック又は制御）のすべてを取り扱うものではない。機械には，その種類ごとにそれぞれ適切な安全性を得るための固有の要求事項がある。

備考 3. この規格でいう，“人”とはすべての個人をいい，使用者又はその代理者によって，機械の使用及び保全を仕事として割り当てられ，教育された人を含む。

この規格は，特に **3.26** で定義される機械に適用できるが，それだけに限定されない。この規格を適用できる電気装置をもつ機械の例を**附属書 A** に示す。

次の機械の電気装置には，追加及び特別な要求事項を適用する必要もあり得る。

－ 屋外（すなわち，建物又は他の保護構造物の外）で使用する機械
－ 爆発する可能性のある材料（例えば，塗料又はおがくず）を使用，加工又は製造する機械
－ 爆発性及び/又は可燃性雰囲気内で使用する機械
－ 特定の材料を製造又は使用するときに特別なリスクがある機械
－ 鉱内で使用する機械

電気エネルギーを作業（加工）手段として直接使用する電力回路は，この規格では規定しない。

備考 4. この規格の対応国際規格を，次に示す。

なお，対応の程度を表す記号は，**ISO/IEC Guide 21** に基づき，IDT（一致している），MOD（修正している），NEQ（同等でない）とする。

IEC 60204-11:2000，Safety of machinery－Electrical equipment of machines－Part 11 : Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV (MOD)

2. 引用規格 次に掲げる規格は，この規格に引用されることによって，この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格のうちで，発効年又は発行年を付してあるものは，記載の年の版だけがこの規格の規定を構成するものであって，その後の改正版・追補には適用しない。

JIS B 9706-1:2001 機械類の安全性－表示，マーキング及び作動－第 1 部：視覚，聴覚及び触覚シグ

ナルの要求事項

備考 **IEC 61310-1**:1995，Safety of machinery－Indication, marking and actuation－Part 1: Requirements for visual, auditory and tactile signals が，この規格と一致している。

JIS B 9706-3:2001 機械類の安全性－表示，マーキング及び作動－第3部：アクチュエータの配置及び操作に対する要求事項

備考 **IEC 61310-3**:1999，Safety of machinery－Indication, marking and actuation－Part 3: Requirements for the location and operation of actuators が，この規格と一致している。

JIS B 9960-1:1999 機械類の安全性－機械の電気装置－第1部：一般要求事項

備考 **IEC 60204-1**:1997，Safety of machinery－Electrical equipment of machines－Part 1: General requirements からの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS C 0364-4-41:1997 建築電気設備 第4部：安全保護 第41章：感電保護

備考 **IEC 60364-4-41**:1992，Electrical installations of buildings－Part 4: Protection for safety－Chapter 41: Protection against electric shock が，この規格と一致している。

JIS C 0364-4-42:1999 建築電気設備 第4部：安全保護 第42章：熱の影響に対する保護

備考 **IEC 60364-4-42**:1980，Electrical installations of buildings－Part 4: Protection for safety－Chapter 42: Protection against thermal effects が，この規格と一致している。

JIS C 0364-5-54:1997 建築電気設備 第5部：電気機器の選定と施工 第54章：接地設備及び保護導体

備考 **IEC 60364-5-54**:1980，Electrical installations of buildings－Part 5: Selection and erection of electrical equipment－Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors が，この規格と一致している。

JIS C 0445:1999 文字数字の表記に関する一般則を含む機器の端子及び識別指定された電線端末の識別法

備考 **IEC 60445**:1999，Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification－Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system が，この規格と一致している。

JIS C 0920:1993 電気機械器具の防水試験及び固形物の侵入に対する保護等級

備考 **IEC 60529**:1989，Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) からの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS C 4606:1993 屋内用高圧断路器

備考 **IEC 60129**:1984，Alternating current disconnectors and earthing switches からの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

JIS Z 9101:1995 安全色及び安全標識

備考 **ISO 3864**:1984，Safety colours and safety signs からの引用事項は，この規格の該当事項と同等である。

IEC 60050(191):1990，International Electrotechnical Vocabulary (IEV)－Chapter 191: Dependability and quality of service

IEC 60050(195):1998，International Electrotechnical Vocabulary(IEV)－Part 195: Earthing and protection against electric shock

IEC 60050(441):1984, International Electrotechnical Vocabulary(IEV)－Chapter 441: Switchgear, controlgear

and fuses

IEC 60050(826):1982, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) －Chapter 826: Electrical installations of buildings

IEC 60050(826):1995, Amendment No.2

IEC 60071-1:1993, Insulation co-ordination－Part 1: Definitions, principles and rules

IEC 60071-2:1996, Insulation co-ordination－Part 2: Application guide

IEC 60076-5:1976, Power transformers－Part 5: Ability to withstand short-circuit

IEC 60298:1990, A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

IEC 60417 (all parts):1973, Graphical symbols for use on equipment

IEC 60466:1987, A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV

IEC 60621-3:1979, Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open-cast mines and quarries)－Part 3: General requirements for equipment and ancillaries

IEC 60694:1996, Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards

IEC 60865-1:1993, Short-circuit currents－Calculation of effects－Part 1: Definitions and calculation methods

IEC 61230:1993, Live working－Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting

IEC 61243-1:1993, Live working－Voltage detectors－Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV a.c.

ISO 12100-1:2003, Safety of machinery－Basic concepts, general principles for design－Part 1: Basic terminology, methodology

3. 定義 この規格で用いる主な用語の定義は，次による。

3.1 周囲温度（ambient temperature） 装置の使用場所の空気又は媒体の温度［**IEC 60050-(826), 01-04** 参照］。

3.2 バリア（barrier） 通常方向からの接近による直接接触を保護する部分［**IEC 60050-(826), 03-13** 参照］。

3.3 ケーブルトレイ（cable tray） ケーブルを支持するもので，底部は連続していて縁があり，ふたがないもの［**IEC 60050-(826), 06-07** 参照］。

備考 ケーブルトレイは，孔のあるものでも，ないものでもよい。

3.4 （機械の）制御回路[control circuit (of a machine)] 機械の運転制御及び電力回路の保護のための回路。

3.5 制御機器（control device） 制御回路の中にあって機械の運転制御に使用される機器（例えば，位置センサ，手動操作スイッチ，リレー，電磁弁）。

3.6 制御装置（control gear） 開閉機器並びにこれらに付随する制御，計測，保護及び調整装置との組合せ，また，相互接続，附属品，エンクロージャ及び支持構造をもったそれらの機器及び装置の組合せに対する一般的用語［**IEC 60050-(441)**参照］。

3.7 直接接触（direct contact） 人又は家畜と充電部との接触［**IEC 60050-(195), 06-03** 参照］。

3.8 ダクト（duct） 導体，ケーブル及びブスバーを保持又は保護するために用いる，囲われたチャネル。

備考 コンジット，ケーブルトランキングシステム及び床下チャネルは，ダクトの一つの形式である。

3.9 接地システム（earthing system） 導電的に接続した接地電極又はそれと等価な金属部分（例えば，塔脚部，外装及び金属ケーブルシース）と接続導体及びボンディング導体で構成される限定されたシステム（図 **2** 参照）。

参考 **HD 637, 2.7.6** にも同じ定義がある。

3.10 電気設備区域(electrical operating area) かぎ又は工具を用いることなく扉を開け又はバリアを取り除くことによって，電気作業員及び電気取扱者が出入りできるようにした，警告標識のある電気設備室又は区域。

備考 電気作業員：電気が引き起こすリスクに気付き，危険源を避けることができるように，電気取扱者から適切な助言と指示を受けた者［**IEC 60050-(826), 09-02,** 修正］

電気取扱者：電気に起因するリスクを認識し，かつ，危険源を回避するのに十分な教育と経験をもつ者［**IEC 60050-(826), 09-02,** 修正］，（**JIS B 9960-1, 3.28** 及び **3.5.2** も参照）。

3.11 電子装置（electronic equipment） 電気装置の中で，主として電子機器及びコンポーネントによって回路構成された装置。

3.12 囲いがある電気設備区域（enclosed electrical operating area） かぎ又は工具を用いて扉を開け又はバリアを取り除くことによって，電気作業員又は電気取扱者だけ出入りできるようにした，警告標識のある電気設備室又は区域。

備考 定義 **3.10** の**備考**も参照。

3.13 エンクロージャ（enclosure） 外部要因の影響に対する電気装置の保護及び任意方向からの直接接触に対する保護を目的とするもの（**IEV 826-03-12**）。

備考 現行の **IEV** から引用したこの定義は，この規格の適用範囲に対しては次の説明が必要である（**JIS C 0920** の **3.1** 参照）。

a) エンクロージャは，危険な部分への接近に対し，人や家畜を保護する。

b) バリア，成形開口部その他これらに類するもので，特定のテストプローブを差し込めないように，又は差し込みにくくしたものも，それらがエンクロージャに取り付けられているか，囲われている装置を成形してあるかにかかわらず，エンクロージャの一部とみなす。ただし，かぎ又は工具を使わないで外せる場合は除く。

エンクロージャには，次のものも含まれる。

- 機械に装着されるか，又は機械と分離したキャビネット又は箱
- 機械構造内の閉空間によって構成される区画

3.14 装置（equipment） 電気設備の部分として又はそれに関連して使用されるもので，材料，取付器具，機器，器具，取付具，器械などを含む一般用語。

3.15 等電位ボンディング（equipotential bonding） 等電位を達成するように意図した，導電性部分間の電気的接続［**IEC 60050-(195), 01-10** 参照］。

3.16 等電位ボンディング導体（equipotential bonding conductor）/保護ボンディング導体（protective bonding conductor） 保護等電位ボンディングを備えた保護導体［**IEC 60050-(195), 02-10** 参照］。

3.17 露出導電性部分（exposed-conductive-part） 通常は充電部ではなく触れてもよいが，絶縁不良が発生した場合には，充電部となり得る電気装置の導電性部分［**IEC 60050-(195), 06-10** 参照］。

3.18 外部導電性部分（extraneous-conductive-part） 電気設備の構成部分以外で電位をもたらす，一般的には局地接地電位となる，導電性部分［**IEC 60050-(195), 06-11** 参照］。

3.19 故障(failure) 所要の機能を遂行する能力がアイテムになくなること。

備考1. 故障後，アイテムは障害（不具合）をもつ。

2. 故障は事象であって，状態を意味する障害（不具合）とは区別される。

3. ここに定義される概念はソフトウェアだけで構成されるアイテムには適用しない［**IEC 60050-(191), 04-01** 参照］。

4. 実際には，障害（不具合）及び故障という用語は，しばしば同義語として用いられる。

3.20 障害（不具合）(fault) 予防保全又は計画的若しくは外部要因による運転休止状態を除き，所要の機能を実行できないアイテムの状態。

備考 障害（不具合）の多くは，アイテム自体の故障の結果であるが，事前の故障がなくても存在することがある。

3.21 危険源(hazard) 傷害又は健康障害を引き起こす根源（**ISO 12100-1** の **3.5** 参照）。

3.22 間接接触（indirect contact） 障害（不具合）によって充電状態となった露出導電性部分に人及び動物が触れる状態［**IEC 60050-(195), 06-04** 参照］。

3.23 （安全防護のための）インタロック[interlock (for safeguarding)] 制御システム及び/又は機械に供給する電気エネルギーの全部若しくは一部とガード又は機器とを関連させる仕組み。

3.24 充電部（live part） 正常な使用状態で電圧が印加されている導体及び導電性部分。中性線を含むが，通常は，PEN 導体，PEM 導体（保護用接地線兼用中間点導体）及び PEL 導体（保護用接地線兼用線路導体）は含まない［**IEC 60050-(195), 06-04** 参照］。

備考 この概念は，必ずしも感電のリスクを意味するものではない。

3.25 機械側ボンディング導体（machine bonding conductor） 機械側等電位ボンディングを接地システムに接続する導体［**IEC 60050-(826), 04-07** 参照］。

参考 HD 637 では**接地導体**という用語が使われている。

3.26 機械類(機械)[machinery (machine)] 連結された部分又はコンポーネントの組合せで，そのうちの少なくとも一つは適切な機械アクチュエータ，制御及び動力回路等を備えて動くものであって，特に材料の加工，処理，移動，こん包といった用途に合うように結合されたもの。

また，機械類という用語は全く同一の目的を達成するために完全な統一体として機能するように配列され，制御される複数の機械の組合せに対しても用いる。

予備部品又は工具でなく，機械の機能を変更するための交換可能な装置であって，機械又は一連の異なる機械との組合せ用として，又は，オペレータ自身によるけん（牽）引車との組合せ用として市販される（供給される）もの。

3.27 マーキング（marking） 部品又は機器のタイプを識別するために製造業者が付ける印又は銘柄。

3.28 中性線（neutral conductor） システムの中性点と電気的に接続され，電気エネルギーの伝送に寄与している導体［**IEC 60050-(195), 02-06** 参照］。

3.29 オブスタクル（obstacle） 不用意な直接接触を防止するものであるが，意図的動作による直接接触を防止するものではないもの［**IEC 60050-(826), 03-14** 参照］。

3.30 過電流（over current） 定格値を超える電流。導体では，定格値とは許容電流値をいう［**IEC 60050-(826), 05-06** 参照］。

3.31 （回路の）過負荷[overload (of a circuit)] 回路における電流と時間の関数であって，それが障害のない回路でその回路の定格負荷を超えていること。

備考 過負荷を過電流の同義語として使用すべきではない。

3.32　プラグ/ソケット（plug/socket combination）　プラグ及びソケット，ケーブルカプラ，又は器具用カプラ。

3.33　電力回路（power circuit）　生産に用いる装置の各単位及び制御用変圧器に電力網から電力を供給するための回路。

3.34　保護ボンディング回路（protective bonding circuit）　漏電事故の際の感電に対する保護にかかわるすべての保護導体及び導電性部分。

3.35　保護導体（protective conductor）　感電保護のために，次の部分を電気的に接続する導体（**IEV 826-04-05,** 修正）。

－　露出導電性部分

－　外部導電性部分

－　主接地端子

3.36　略号（reference designation）　線図，表，チャート及び装置上に記載されている部品を識別する記号。

3.37　リスク（risk）　危険状態において起こり得る傷害又は健康障害の確率及び程度の組合せ（**ISO 12100-1**）。

3.38　安全作業手順（safe working procedure）　リスクを減らす作業方法。

3.39　安全防護物（safeguard）　危険源にさらされている人又は危険が迫っている人を保護する機能をもったガード又は保護機器。

3.40　安全防護（safeguarding）　設計によって合理的に除去し得ない，又は十分には制限し得ない危険源から，人を保護するための安全防護物（ガード，安全装置）と称される特定の技術手段で構成される安全方策。

3.41　作業面（servicing level）　電気装置を操作又は保全する人が，通常，立つ位置。

3.42　短絡電流（short-circuit current）　電気回路における障害（不具合）又は誤った接続による短絡の結果，発生する過電流［**IEC 60050-(441), 11-07** 参照］。

3.43　供給者（supplier）　機械に関連する設備又は役務を提供する者（例えば，製造業者，契約者，据付者，インテグレータ）。

　備考　使用者も自ら供給者になることがある。

3.44　開閉機器（switching device）　一つ以上の電気回路の電流を入り・切りするように作られた機器［**IEC 60050-(441), 14-01** 参照］。

　備考　開閉機器は電流の入り・切りのいずれか又は両方の機能をもつ。

3.45　端子（terminal）　外部回路へ電気的接続をするために機器に設けた導電性部分。

3.46　使用者（user）　機械及びそれに関連する電気装置を使用する者。

4.　一般要求事項

4.1　一般考慮事項　この規格は，各種の機械及び連携して稼動する一群の機械に使用する電気装置に適用する。

高電圧装置の危険源に伴うリスクの評価は，機械のリスクアセスメントに対する総合的要求事項の一部として行わなければならない。これによって，機械とその装置の性能レベルを確保しつつ，危険にさらされる人のために必要な保護手段とリスクの許容レベルが決定される。

危険源は，次の原因から引き起こされ得るが，これらに限定されるものではない。

－ 感電又は電気火災を引き起こすような電気装置の故障又は障害
－ 機械の機能不良を引き起こすような制御回路（又は，これらの回路の構成部品及び装置）の故障又は障害
－ 機械の機能不良を引き起こすような，電力回路の故障又は障害，並びに電源の変動又は停止
－ 安全機能の故障を引き起こすような，滑り又は転がり接触による回路の導通不良
－ 電気機器の外部又は内部で発生する電気的妨害（例えば，電磁気，静電気 無線障害）
－ 蓄積されたエネルギー（電気的又は機械的）
－ 人にとって健康上問題となるレベルの騒音

安全対策は，設計段階で組み込むものと，使用者が実施すべきものとの組合せである。

リスク低減は，第一に設計及び開発段階で考慮すべきことである。これで十分でない場合には，安全防護及び安全な作業手順を考慮しなければならない。安全防護は，安全防護物の使用と，認識手段を含んでいる。

使用者と供給者との間で，高電圧装置に関する基本条件，及び使用者の追加要求事項について適切な合意を得るため，**附属書 B** に示す調査書を使用することを推奨する。追加要求事項の目的は，次のとおりである。

－ 機械（又は一群の機械）の種類及び用途によって決まる追加の安全対策を講じる。
－ 保全及び修理を容易にする。
－ 信頼性と操作の容易性を向上する。

4.2 電気装置の選択 電気的構成部品及び機器は，意図した用途に適したものであり，関連する日本工業規格又は **IEC** 規格があれば，それらに適合するものでなければならない。例えば，工場で組み立てられ，形式試験された高電圧開閉装置を使用する場合，それは **IEC 60298**，**IEC 60466** 及び **IEC 60694** によって製造，試験されたものから選択しなければならない。

参考 **IEC 60298** の当該事項は **JEM 1425** に同等の規定がある。

4.3 電源

4.3.1 一般事項 電気装置は，次のいずれかの電源条件で，正しく動作するよう設計しなければならない。

－ **4.3.2** に示す交流電源
－ 使用者が指定する交流又は直流電源（**附属書 B** 参照）
－ 機上搭載発電機のような特殊な電源で，供給者が指定するもの。

4.3.2 電源条件

電圧	定常電圧は公称電圧の 0.9～ 1.1 倍
周波数	公称周波数の 0.99～1.01 倍（連続）又は 0.98～1.02 倍（短時間） **備考** 短時間値は使用者が指定することがある（**附属書 B** 参照）。
高調波	高調波ひずみは，第 2 から第 5 高調波までの合計が，充電導体間の総実効値の 10 %を超えない。さらに第 6 から第 30 高調波までの合計が，充電導体間の総実効値の 2 %まで許容される。
電圧不平衡	三相電源の逆相分の電圧及び零相分の電圧は，いずれも正相分の 2 %を超えない。
瞬時停電	電源の中断又はゼロ電圧は，供給電源のサイクルのどの時点でも 3 ms を超えない。次の中断までの間隔は，1 秒を超えるものとする。
電圧降下	電圧降下は，電源の波高値の 20 %を超えるものが 1 サイクルを超えて生じない。次の降下までの間隔は，1 秒を超えるものとする。

4.3.3　機上搭載電源　機上搭載発電機のような特殊な電源供給方式では，電気装置が正しく動作するように設計されている場合には，**4.3.2** の値を超えてもよい。

4.4　物理的環境及び運転条件　高電圧装置は，**JIS B 9960-1** の **4.4.2**～**4.4.8** に示す物理的環境及び運転条件における使用に適していなければならない。物理的環境又は運転条件がこの規定以外の場合には，供給者と使用者との間で合意が必要になることがある（**附属書 B** 参照）。

4.5　輸送及び保管　電気装置の設計は，輸送及び保管中の温度が－25～＋55 ℃，及び 24 時間を超えない短時間では＋70 ℃までの温度の影響に耐えるものであり，これに対する保護に適切な考慮を払ったものでなければならない。適切な対策を講じて，湿度，振動及び衝撃による損傷を防止しなければならない。

備考　低温で損傷を受けやすいものには，PVC 絶縁電線が含まれる。

4.6　運搬のための手段　重くかさばる電気装置であって，輸送のために機械から取り外さなければならないもの，又は機械から独立しているものは，クレーン又は類似設備で取り扱えるように，適切な手段を備えなければならない（**14.5** 参照）。

4.7　据付け　電気装置の据付けは，供給者の指示書に従って行わなければならない。人間工学原則を考慮することが望ましい。

5.　入力電源導体接続，電源断路用及び開路用機器，並びに接地手段

5.1　入力電源導体接続　入力電源接続用のすべての端子は，**JIS C 0445** に従い明確に識別しなければならない。

5.2　電源断路機器及び接地手段

5.2.1　一般事項　電源断路機器は，次の場合に設置しなければならない。

－　機械の各入力電源に対して

－　1 台又は複数台の機械に給電する，導体ワイヤ，導体バー，スリップリング機構，可とうケーブル システム[リール巻き，カーテン（懸架）方式]を使うフィーダシステムへの電源に対して

－　各機上搭載電源に対して

電源断路機器は，機械の電気装置を，必要なとき（例えば，電気装置を含む機械について作業をするとき）に電源から断路(分離)しなければならない。

複数の電源断路機器を備えている場合で，機械又は加工中のワークに危険な状態や損傷が起きるおそれがあるときは，それら電源断路機器が正しく動作するための保護インタロックを設けなければならない。

各入力高電圧電源には，それら電源断路機器を接地システムに接続することによって，すべての充電導体を接地及び短絡させる手段を設けなければならない（例えば，高電圧装置について作業するときのために）。

5.2.2　種類　電源断路機器は，次のいずれかとする。

a)　開閉器式断路器（ヒューズ付き又はなし）

b)　関連開閉機器が負荷回路を開くまで動作しないことを保証するようにインタロックされた断路機器

c)　移動機械に給電する可とうケーブル[例えば，リール巻き，カーテン(懸架)式]のためのプラグ/ソケット又は器具用カプラ（**3.32** 参照）で，次の条件を満たすもの。

－　遮断容量のないプラグ/ソケット又は器具用カプラは，負荷がかかっている状態で接続又は断路することができてはならない。充電電流の影響を考慮しなければならない。

－　プラグ/ソケット又は器具用カプラは，入力電源に接続される部品が，囲いがある電気設備区域内に位置するときには，少なくとも IP2XH 又は IPXXBH で保護されるように，また囲いがあ

る電気設備区域外に位置するときには，少なくとも IP4XH 又は IPXXDH で保護されるように接続しなければならない。

接地開閉器を使用する場合には，**JIS C 4606** によらなければならない。電源断路機器及び関連接地開閉器は，機能ユニットとして結合することを推奨する（**IEC 60298** の **3.104** 参照)。**IEC 60298** 又は **IEC 60466** による関連断路機器と組み合わせられないときは，次に示すインタロックを設けなければならない。

－ 接地開閉器の開閉は，断路機器が開の位置にあるときだけ可能であり，かつ，

－ 断路機器の開閉は，接地開閉器が開の位置にあるときだけ可能である。

参考 **IEC 60298** の当該事項は **JEM 1425** に同等の規定がある。

5.2.3 要求事項

5.2.3.1 断路機器 電源断路機器が **5.2.2 a)**又は **5.2.2 b)**に規定された種類であるときは，次の要求事項のすべてを満たさなければならない。

－ 高電圧電源から電気装置を分離でき，オフ(断路)及び オン位置を各一つだけもち，それぞれ“○”及び“|”（記号 **IEC 60417-5008** 及び **IEC 60417-5007**，**JIS B 9960-1, 10.2.2** 参照）と明示し，操作方向は **JIS B 9706-3** による。

－ オフ位置では，全接点の断路状況が目視できるか，又は全接点が完全に開路され，適切な絶縁距離が確保されるまでオフ(断路)表示をしない位置表示器をもつ。

－ オフ（断路）位置でロックできる手段（例えば，南京錠）を備えている。ロックされている場合は，手元閉路とともに遠隔操作による閉路も防止できる。

－ 電力回路のすべての充電導体を断路できる。

－ 最大の電動機の拘束電流とその他のすべての電動機及び/又は電動機以外の負荷の通常動作電流との総和の電流を遮断できる容量をもつ。

なお，これによって算出した遮断容量は，証明できる換算係数によって減じてもよい。

外部操作手段（例えば，ハンドル）をもつ場合には，ハンドルの色は黒か灰色とすることが望ましい。ただし，非常停止用機器は除く（**JIS B 9960-1** の **10.7** 参照)。

5.2.3.2 接地及び短絡手段 接地手段は電源の固有短絡電流に耐えられるものでなければならない。接地開閉器を使用する場合は，次の事項を備えていなければならない。

－ 信頼できる位置表示器をもつ。

－ 接地機能のための外部ハンドルをもつ（これはハンドルであると同時に断路機器の操作にも用いる。)。

－ すべての充電導体を接地システムへ接地及び短絡させる。

－ オン位置及び，必要な場合オフ位置へロックする手段を備えていなければならない。ロックは南京錠によることが望ましい(**附属書 B**，**設問 16** 参照)。

関連する回路遮断器を短絡及び接地に用い，閉路（短絡又は接地）位置にロックするときは，遠隔開路はもちろん，現場での開路も防止しなければならない。

5.2.4 操作ハンドル 電源断路機器及び接地開閉器のハンドルは，容易に接近できる作業面から 0.6～1.9 m の間の位置に設けなければならない。

5.3 予期しない起動を防止する開路機器 予期しない起動を防止する開路機器を備えなければならない（例えば，保全作業中に機械が起動する危険源がある場合)。**5.2.2** に示す機器はこの機能を十分に満足できる。断路器，引抜き可能なヒューズリンク又は引抜き形リンクもまた，囲いがある電気設備区域内に設置されている場合だけ，この目的に使用できる(**3.12** 参照)。

これらの機器は，意図する用途に適し，使いやすく，適切に配置され，容易に識別できなければならない（例えば，必要な場合，恒久的表示による）。

不注意及び/又は間違いによる断路機器の投入を防ぐための手段を備えなければならない（**5.5** 参照）。

5.2.2 による電源断路機器以外の手段（例えば，制御回路によって開路する電磁接触器又は回路遮断器）を用いる場合，その手段を用いて電源を切ることは次の場合に限る。

- 機械を大幅に分解しない場合
- 比較的短時間で済む調整
- 電気装置の高電圧部分又はその近くで行われる作業がない。

5.4　高電圧装置の断路機器及び接地手段　高電圧装置を断路する機器及び接地する手段は，感電又はやけど（火傷）のリスクなしに作業できることを確実に満たすように備え付けなければならない。

電源断路機器と，関連回路の接地手段（**5.2** 参照）を，ともに用いることによって，これらの機能を満足してよい。ただし，機械の電気装置を構成する個々の高電圧部品で作業する場合，又は共通導体バー並びに導体ワイヤシステムから給電される複数の機械の一台で作業する必要がある場合には，断路及び接地を必要とする各部分に，又は機械ごとに断路機器及び接地手段を備えなければならない。高圧コンデンサが電気装置の一部としてある場合は，放電手段を備えなければならない。

5.2 による機器はこれらの機能を満足するために用いてよい。断路器，引抜き可能なヒューズリンク又は引抜き形リンクのような他の開路手段は，囲いがある電気設備区域内においてだけ，接地手段とともにこの目的のために用いることができる。このような断路機器及び接地手段は，次の事項を満足しなければならない。

- 目的とする用途に適し，使いやすい。
- 適切な位置にある。
- 電気装置の高電圧部品又は高電圧回路のどこに使用されているかを容易に識別できる（例えば，必要な場合，恒久表示による。）。
- 禁止されている投入，不注意による投入及び/又は誤った断路機器の閉路及び接地手段の開路を防止する適切な手段を備える（**5.5** を参照）。

高圧変圧器又は高圧コンデンサのような電気装置は，関連開閉装置のごく近くに位置する場合を除いて，その電気装置に近接する付加的な接地及び短絡手段を備えなければならない。

参考　高電圧装置が電源施設の一部である場合は，**HD 637** の **7.3** に規定がある。

5.5　禁止されている投入，不注意による投入及び/又は誤投入に対する保護　**5.3** 及び **5.4** で規定される断路機器及び接地手段で，禁止されている投入，不注意による投入及び/又は誤投入に対する保護のため，オフ位置，断路状態又は接地状態にロックする手段（例えば南京錠）を装備できるものには，これを備えなければならない。囲いがある電気設備区域内にあるロック不可能な手段の場合には，投入を防ぐ他の保護手段（例えば，警告ラベル）を用いてもよい。

5.2.2 c)に従って用いる機器（例えば，プラグ/ソケット）及び/又は，接地手段が作業者のすぐ近くに取り付けられている場合には，オフ位置にロックする手段を備える必要はない。

6.　感電保護

6.1　一般事項　電気装置の高電圧部分には，次による感電から人を保護する対策を備えなければならない。

- 直接接触

− 間接接触

この保護のために推奨する手段を **6.2** 及び **6.3** に示すが，これらは，**JIS C 0364-4-41** から引用したものである。

参考 それらの推奨手段が実際的でない場合は，**HD 637** に他の手段が規定されている。

6.2 直接接触に対する保護 充電部，機能性絶縁だけを備えた部分及び潜在的な危険性をもつと考えられる部分（**HD 637** の **7.1.1** に，そのような部分の例示がある）との直接接触に対する保護は，次によらなければならない。

a) **囲いがある電気設備区域外の設備** 直接接触に対する保護は，少なくとも IPXXDH（**JIS C 0920** を参照）の保護等級をもつエンクロージャによらなければならない。

b) **囲いがある電気設備区域内の設備** 直接接触に対する保護は，少なくとも IPXXAH（**JIS C 0920** を参照）の保護等級をもつエンクロージャ，扉，網目格子又はバリアによらなければならない。

参考 扉，網目格子及びバリアの寸法と充電部との空間距離について **HD 637** の **6.3** に規定がある。

電気装置の高電圧部分への接近は，かぎ又は工具の使用によってだけ可能であるようにしなければならない。

備考 導体ワイヤ，導体バー及びスリップリング機構に対する保護手段については **13.8.1** を参照。

参考 これらの手段が実際的でない場合には，**HD 637** の **7.1** に示される直接接触に対する他の手段（例えば，到達範囲外に置く，又はオブスタクルを設ける。）がある。

6.3 間接接触に対する保護

6.3.1 一般事項 間接接触に対する保護は，充電部と露出導電性部分間とで絶縁破壊が発生した場合の危険な状態を防止することが目的である。

電気装置の各高電圧回路又は高電圧部品に対し，**6.3.2** から **6.3.3** に適合する手段のうち，少なくとも一つを採用しなければならない。

間接接触に対する保護は，次によって実施できる。

− 故障継続時間を限定しない場合，許容接触電圧を超える接触電圧の発生を防ぐ，又は

− それより高い接触電圧の場合は，その電圧で許容される故障時間内での電源自動断路による。

これらの手段は，次の協調を必要とする。

− 電源供給方式と接地システムの協調

− 保護ボンディング回路の異なる要素間のインピーダンス値の協調

− 絶縁破壊の検出に使用する保護機器間の特性の協調

6.3.2 継続時間が限定されない故障状態における危険な接触電圧の発生を防止する手段 故障の継続時間が限定されない故障状態における危険な接触電圧の発生を防止する手段については，次による。

中性点非接地方式又は中性点高抵抗接地方式を採用することを推奨する。地絡検出機器は，地絡が検出されたときに警報し始めるようにしなければならない。

備考 中性点非接地方式には，単相のような中性点のない方式，デルタ接続方式及び直流方式を含む。

参考 **HD 637** の **3.1** に電源供給方式及び接地方式の選択又は設計について記述があり，**HD 637** の **9.** に接地システムの設計について記述がある。

6.3.3 継続時間が限定される故障状態における電源自動断路による保護 故障の継続時間が限定される故障状態における絶縁破壊の発生によって影響を受けるすべての電力回路への電源の自動断路は，継続時間が限定されない故障状態における，許容接触電圧を超える接触電圧に起因する危険な状態を防止することが目的である。

この保護手段は，次の二つの方法からなる。

- 露出導電性部分の保護ボンディング回路への接続（**8.**参照），及び
- 次のいずれか
  - **a)** 中性点低抵抗接地方式又は中性点直接接地方式における絶縁破壊発生時に，電源を自動的に断路する機器の使用，又は
  - **b)** 中性点非接地方式又は中性点高抵抗接地方式における地絡発生時に，電源を自動的断路に導く地絡検出器の使用

機器の選定と設定(setting)は，絶縁破壊に起因する接触電圧が危険になる前に，電源の自動断路が確実に実行されるように行わなければならない。

参考 危険な接触電圧については，**HD 637** の **9.**に規定がある。

6.3.4 移動機械に対する保護 **6.3.2** 及び **6.3.3** に示した手段は，次の事項を考慮して選定しなければならない。

- 供給電源電圧
- 電源ケーブルの長さ
- 給電点へ接続された機械の数
- 電源ケーブルの種類
- 接地方式
- 中性点低抵抗接地方式における地絡電流の値

電源供給方式による一般的な制限には，次のものがある。

- 中性点直接接地方式は，一般的に 2 kV 未満の供給電圧に対して適用される。自動断路は常に要求される。
- 中性点低抵抗接地方式は，供給電圧が 36 kV 以下で，ケーブル長が 4 km 以下に対して適用してよい。自動断路は，通常必要である。
- 中性点非接地方式又は中性点高抵抗接地方式は，供給電圧が 36 kV 以下で，ケーブル長が 8 km 以下(この長さは電源に接続されたすべてのケーブルの静電容量に依存する)に対して適用できる。自動断路は，通常必要でない。

7. 高電圧装置の保護

7.1 一般事項 **7.**は，次の影響から電気装置の高電圧部分を保護するための手段を規定する。

- 過電流（**7.2**）
- 地絡（**7.3**）
- 雷サージ及び開閉サージによる過電圧（**7.4**）
- 他の異常な状態（**7.5**）

JIS B 9960-1 は，次の影響から装置を保護するために講じる手段を規定している。

- 電動機の過負荷電流（**JIS B 9960-1** の **7.3** を参照）
- 停電又は電圧低下（**JIS B 9960-1** の **7.5** を参照）
- 機械群及び機械要素の過速度（**JIS B 9960-1** の **7.6** を参照）
- 正しくない相順（**JIS B 9960-1** の **7.8** を参照）

7.2 過電流保護

7.2.1 一般事項 過電流保護は，機械の回路の電流が，構成部品の定格又は導体の許容電流容量のいずれ

か小さい方の値を超える場合には，設けなければならない。使用する定格又は設定に関しては **7.2.6** に規定する。

7.2.2　電源導体　高電圧装置の供給者は，使用者の指定がない限り，高電圧装置への電源導体のための過電流保護機器を提供する必要はない。

高電圧装置の供給者は，この過電流保護機器の選定に必要なデータを，据付接続図に示さなければならない（**7.2.6** 及び **JIS B 9960-1** の **18.5** を参照。また，**附属書 B**，**設問 15** を参照)。

7.2.3　電力回路　各充電導体には，**7.2.6** に従って選定した過電流を検出する機器及び遮断する機器を設けなければならない。

7.2.4　変圧器　変圧器は，過電流に対し，**IEC 60076-5** に従って保護しなければならない。その保護は，次の事項を満足しなければならない（**7.2.6** 参照)。

－　変圧器の励磁突入電流による不要なトリップを避ける。

－　二次側端子間を短絡したとき，巻線温度は変圧器の絶縁の種類によって許容される値を超えない。

過電流保護機器の種類及び設定値は，変圧器の供給者の推奨に従うことが望ましい。

他の異常な状態に対する保護の手段については，**7.5** を参照。

7.2.5　過電流保護機器　定格短絡遮断容量は，過電流保護機器の設置点で想定される短絡電流以上でなければならない。過電流保護機器に流れる短絡電流は，電源以外から（例えば，電動機から，力率改善用コンデンサから）流れ込む電流を考慮しなければならない。

電力回路の過電流保護機器には，ヒューズ及び回路遮断器を含む。

7.2.6　過電流保護機器の定格と設定　ヒューズの定格電流，又はその他の過電流保護機器の設定値は，できる限り小さい値とする。ただし，予期される過電流（例えば，電動機の起動電流又は変圧器の突入電流）には，十分耐える容量でなければならない。これらの保護機器を選定するとき，制御開閉器の過電流による損傷（例えば，制御開閉機器の接点溶着）も保護することを考慮することが望ましい。

過電流保護機器の定格電流又は設定値は，**13.4** に示す保護される導体の許容電流値によって決定する。保護すべき回路と他の電気機器との協調をとる必要性も考慮することが望ましい。これらは，機器の供給者の推奨に従うとよい。

7.3　地絡保護　過電流保護機器の設定より低い値の地絡電流によって，電気装置に許容できない損傷が生じるときは，地絡保護を次のように対策しなければならない。

使用する高電圧電源供給方式（例えば，中性点非接地方式，中性点直接接地方式）に適した地絡監視システムを備えなければならない。与えられた電流・時間特性の値を地絡が超えるとき，電気装置又は電気装置の適切な部分を開路しなければならない。

地絡保護機器の設定はできるだけ低く，かつ，電気装置の適切な運転と矛盾しないようにしなければならない。

使用者による指定がない限り，高電圧装置の供給者には，高電圧電源導体用の地絡保護機器は提供する責任はない。高電圧装置の供給者は，据付接続図に地絡保護機器の選定に必要なデータを記述しなければならない（**7.2.6** 及び **JIS B 9960-1** の **18.5** 並びに**附属書 B** を参照)。

7.4　雷サージ及び開閉サージによる過電圧に対する保護　雷サージ又は開閉サージによる過電圧に対して，保護機器を設けてもよい。保護機器には，例えば，アレスタ，サージアブソーバなどがある。

開閉サージによる過電圧を抑制する機器は，そのような保護を必要とするすべての電気装置の高圧端子間に接続しなければならない。

7.5　他の異常な状態に対する保護　異常温度，異常圧力及び漏えい（洩）などに対する保護は，危険状況の発生を防止するために必要であれば，変圧器，リアクタ及び開閉機器のような液体充てん（填）形高電圧装置には設けなければならない。

参考　**HD 637** の **7.6** に関連の記述がある。

8.　等電位ボンディング

8.1　一般事項　**8.**は，次の等電位ボンディングに対する要求事項を規定する。

－　電気装置の露出導電性部分

－　機械の外部導電性部分

－　接地システム

さらに，間接接触に対する保護を確実にするために必要な補助等電位ボンディング（**8.2.7** を参照）に対する要求事項も規定する。**図 2** はこの概念を示す。

参考　この規格における接地及び保護ボンディングに関する用語は，**HD 637** の用語と幾つかの点において異なる（**附属書 E** を参照）。

8.2　保護ボンディング回路

8.2.1　一般事項　保護ボンディング回路は次のもので構成する（**図 2** 参照）。

－　機械側ボンディング導体

－　機械の電気装置の保護導体（その回路の部品であるしゅう動接点を含む）

－　電気装置の構造部分及び機械の構造部分に接続された等電位ボンディング導体（機械側等電位ボンディング）。

搭載電源を備えた移動機械においては，感電から保護するために，保護ボンディング回路，露出導電性部分及び外部導電性部分は，すべてを保護ボンディング端子へ接続しなければならない。外部入力電源にも接続できる移動機械においても，保護ボンディング端子を外部保護導体への接続点としなければならない。

備考　電気エネルギーの供給源が，据置形，移動形又は可動形の機械類内に装備されているとき，及び接続された外部電源がない（例えば，搭載バッテリ充電器が接続されていない。）ときは，電気装置を外部保護導体へ接続する必要はない。

高電圧装置及び低電圧装置の相互接続された保護ボンディング回路のすべての部分は，保護ボンディング回路のすべての部分に流れる地絡電流によって生じる最大の熱及び最大の機械的応力に耐えられるように設計しなければならない。

参考　この要求事項を満足させる方法の詳細は，**HD 637** の **9.4** に規定がある。

機械の構造物は，保護ボンディング回路へ個別に接続しなければならない。

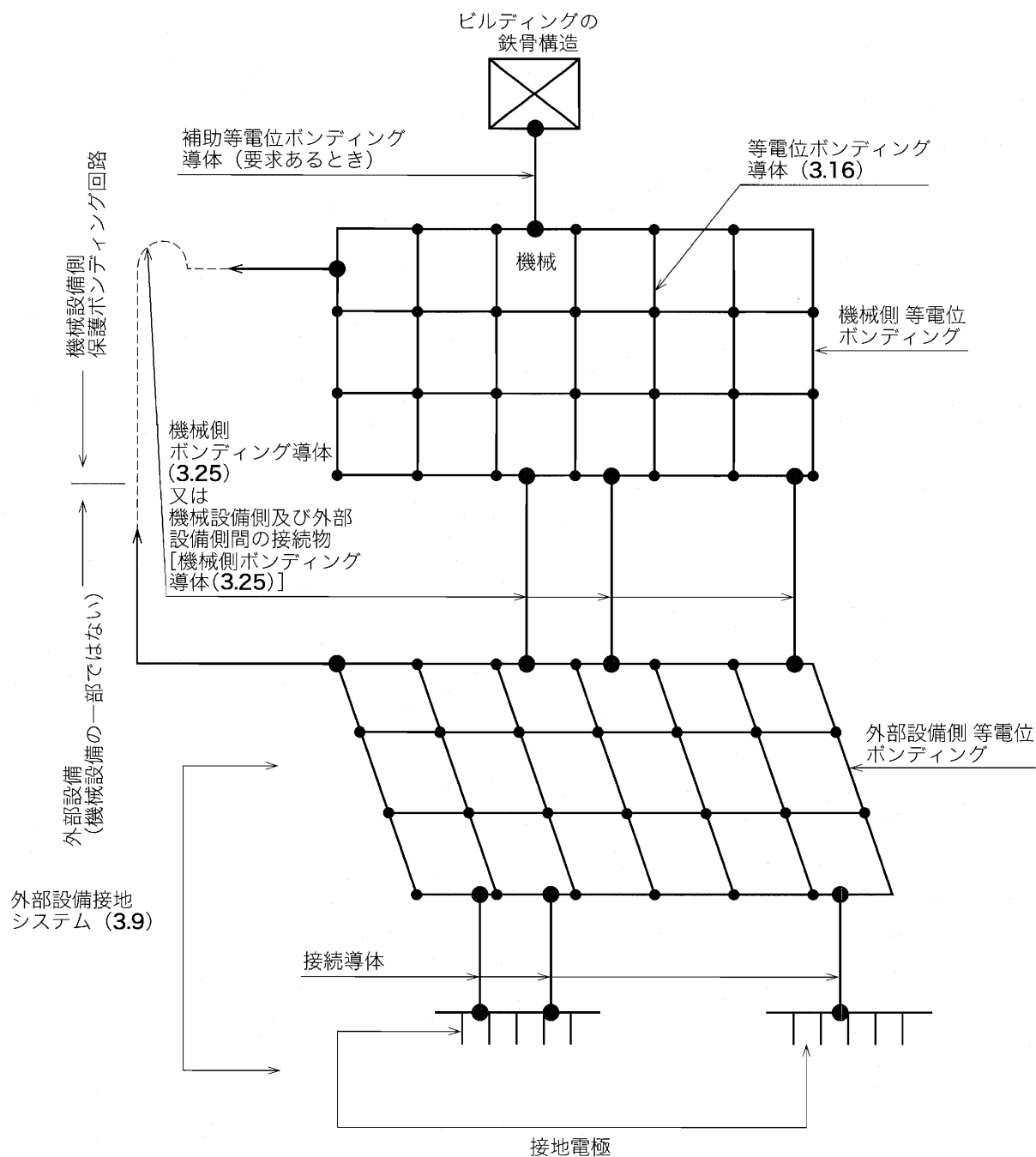
電気装置又は機械のいかなる構造物も，**JIS C 0364-5-54** の要求事項を満足する場合は，保護ボンディング回路の一部として用いてよい。

備考1. 機械の電気装置の保護導体は示していない（**JIS B 9960-1**，図 **3** を参照）。
2. 括弧内の番号は，この規格の箇条番号を示す。

図 2 機械の電気装置のための等電位ボンディングの例（3.15 参照）

8.2.2　保護導体　保護導体は，**14.2** に従い識別しなければならない。

保護導体には銅導体を用いることが望ましい。銅以外の導体材料を用いる場合は，単位長さ当たりの電気抵抗が銅導体の場合の許容電気抵抗を超えてはならない。導体材料は腐食の影響を考慮して選定しなければならない。

裸保護導体の断面積 S は，少なくとも，**表 1** に与えられたものでなければならない。

参考　そのような値を使用した外部設備接地システムへの機械の接続が，間接接触の防護に十分でない場合の裸導体の断面積 S については，**HD 637** の **9.2** に規定がある。

表 1　裸保護導体の断面積

要求事項	S（mm^2）
機械的な強さ	S_{min} ＝ 16 mm^2　（銅に対して） ＝ 35 mm^2　（アルミニウムに対して） ＝ 50 mm^2　（めっきした鋼に対して）
連続地絡電流による熱応力 I_E ≦ 100 A	
連続地絡電流による熱応力 I_E ＞ 100 A	$S = S_{min}\ (I_E / 100)^2$
5 秒までの短時間地絡電流による熱応力	**附属書 C** 参照
備考　機械的強さに対する S_{min} は，**JIS C 0364-4-42** の**表 42A** に従う 80 ℃の最高表面温度に基づき，裸導体への 100 A までの連続地絡電流に対しても十分である。	

8.2.3　保護ボンディング回路の導通性　電気装置及び機械のすべての露出導電性部分は，保護ボンディング回路に接続しなければならない。ある部品がなんらかの理由で取り除かれる（例えば，定期保全作業）場合に，残りの部品の保護ボンディング回路が中断されてはならない。

ボンディング接続部は，それらの電流容量が機械的，化学的又は電気化学的な影響によって低下しないように設計しなければならない。エンクロージャ及び導体がアルミニウム又はアルミニウム合金の場合には，電食の問題に特別な考慮を払うことが望ましい。

可とう性であるか剛性であるかを問わず，金属ダクト及び金属ケーブルシースは保護導体として用いてはならない。ただし，すべての接続ケーブルの金属ダクト及び金属シース（例えば，ケーブルシース，鉛シース）は，すべて保護ボンディング回路に接続しなければならない。

機器（例えばオペレータインタフェース機器）が取り付けられている扉，ふた又はふた板は，保護導体によって保護ボンディング回路に接続しなければならない。

機械（例えば，移動機械）から接地システム（機械側ボンディング導体）へ可とうケーブルで接続する場合は，保護導体の導通性をケーブルの適切な設計（**13.7** 参照）によって保証しなければならない。ケーブル及び機械側ボンディング導体が損傷を受ける可能性がある場合（例えば，地面にけん（牽）引されるトレーリングケーブル）は，保護ボンディング回路の導通性を監視しなければならない（**附属書 B** の**設問 13** 参照）。次の場合には，機械の電気装置又は機械の関連部分への高電圧電源は，スイッチオフされなければならない。

－　保護ボンディング回路の導通性喪失が検出されたとき

－　監視手段の故障が生じたとき

導体ワイヤ，導体バー及びスリップリング機構を使用する保護ボンディング回路の導通性に関する要求事項については，**13.8.2** を参照する。

8.2.4　保護ボンディング回路からの開閉機器の排除　保護ボンディング回路には，開閉機器，過電流保護機器（例えば，開閉器，ヒューズ）又はそのような機器のための電流検出手段を組み込んではならない。

備考 保護ボンディング回路を中断しない機器，あらゆる状況下で保護ボンディング回路のすべての部分における危険な電圧上昇を確実に防止する電気的特性をもつ機器，及び保護ボンディング回路の運用性能を損なわない機器を組み込むことは許される。

8.2.5 保護ボンディング回路の開路 引離し式集電子又はプラグ/ソケットで保護ボンディング回路の途中を切り離す場合は，充電導体が切り離される前に保護ボンディング回路が切り離されてはならない。また，充電導体が接続される前に保護ボンディング回路が接続されなければならない。このことは，取外し可能又は引抜き可能なプラグインユニットにも適用する（**14.4** 参照）。

プラグ/ソケットの金属ハウジングは，保護ボンディング回路へ接続しなければならない。

8.2.6 保護ボンディング回路の接続点 すべての保護導体は，**14.1.1** に従って接続しなければならない。保護導体接続点にその他の機能をもたせてはならない。例えば，器具又は部品を機械的に取り付けるため，又は接続するために保護導体接続点を用いてはならない。

次の保護導体接続点は，図記号 **IEC-60417-5019** を用いて識別しなければならない。

図記号 **IEC-60417-5019**

- 機械の電気装置内の保護導体（**JIS B 9960-1 図 3** 参照）
- 機械上の等電位ボンディング導体（**図 2** 参照）
- 機械ボンディング導体（**図 2** 参照）

8.2.7 補助等電位ボンディング導体 補助等電位ボンディング導体は，建物の鉄骨構造が機械に極めて接近（例えば，2.5 m 未満）しているときに，この鉄骨構造へ機械の保護ボンディング回路を接続するために用いなければならない。これらの導体は，**JIS C 0364-5-54** の **547.1.2** に従わなければならない。補助等電位保護ボンディング導体の断面積は，関連機械のボンディング導体の 1/2 以上の断面積をもち，かつ，**8.2.2** に規定された値以上としなければならない。

9. 制御回路及び制御機能 低電圧制御回路が他の規格で規定されていない限り，**JIS B 9960-1** の **9.**の規定を適用する。高電圧回路へ直接接続された制御回路（例えば，サイリスタゲート回路）は，光カップリング又は変圧器結合などのインタフェース技術を用いて，低電圧回路から電気的に分離しなければならない。

10. オペレータインタフェースと機械に取り付けられた制御機器 **JIS B 9960-1** の **10.**の規定を適用するが，直接接触に対する最小保護等級は，オペレータインタフェース及び機械に取り付けられた制御機器に対して IPXXDH でなければならない（**6.2** 参照）。

11. 電子装置 **JIS B 9960-1** の **11.**の規定を適用する。

参考 パワーエレクトロニクス装置に対する基本的な要求事項は **EN 50178** に，また，静止形コンバータに対する要求事項は **HD 637** の **5.2.12** に規定されている。

12. 制御装置の配置，取付け及びエンクロージャ

12.1 一般要求事項 すべての制御装置は，次のことを促進するように配置し，取り付けなければならない。

－　接近性及び保全性
－　機械の運転を意図している外界の影響又は周囲条件に対する保護
－　機械及びその関連電気装置の運転と保全

12.2　配置及び取付け

12.2.1　接近性及び保全性　制御装置のすべての部品は，部品や配線を動かさずに識別できるような位置及び向きに配置しなければならない。動作が正しいかの確認及び取替えが必要となる部品は，他の装置及び部品を外さずに（扉を開くこと及びカバーの取外しは除く），これらの作業ができることが望ましい。制御装置に接続されていない端子も，これらの要求事項に適合しなければならない。

すべての制御装置は，運転及び保全が前面から容易に行えるように取り付けなければならない。機器の取外しに特殊な工具を必要とする場合は，その工具を供給しなければならない。定期的保全又は調整のために近づくことを必要とする機器は，作業面から0.4～2 mの高さに取り付けなければならない。端子は，作業面から0.2 m以上の高さに，導体又はケーブルの接続を容易に行えるように配置することを推奨する。

オペレータインタフェース（例えば，操作，表示，測定）に必要な機器又は冷却に必要な機器に限り，扉，及びエンクロージャの通常取り外しできるアクセスカバーに取り付けてもよい。

複数の制御機器がプラグイン形式で接続される場合は，受け側との対応関係を，種類(形状)，マーキング，略号などで明示しなければならない（**JIS B 9960-1** の **14.4.5** を参照）。

試験用端子は，次による。

－　妨害物がなく接近できるように取り付ける。
－　取扱説明書に対応した識別を明示する（**JIS B 9960-1** の **18.3** を参照）。
－　適切な絶縁を行う。
－　試験装置，器具を接続するのに十分な間隔をとって取り付ける。

12.2.2　物理的隔離　高電圧装置を収納するエンクロージャの中には，低電圧装置及び非電気部品を入れてはならない。ただし，それらが高電圧装置と一体構成であり，正しい動作に必要な場合を除く。

低電圧装置に近接する高電圧開閉装置は，金属閉鎖形で，内部アーク故障に耐えることができるものとし，明りょうなマーキングによって低電圧装置と区別しなければならない。

機器を配置（相互接続を含む。）するときは，外部的な影響又は物理的環境条件を考慮に入れて，各機器に規定された空間及び沿面距離を維持しなければならない（**IEC 60071-1** 及び **IEC 60071-2** を参照）。

12.3　保護等級　固体外来物及び液体の侵入に対する制御装置の保護は，機械を運転する場所の外部的な影響（例えば，配置及び物理的な環境条件）を適切に考慮し，ダスト，冷却剤及び削りくずに対して十分に保護しなければならない。

備考1.　水の侵入に対する保護等級は，**JIS C 0920** に規定されている。他の液体に対しては，追加の保護手段が必要となることがある。

制御装置のエンクロージャは，少なくともIP22の保護等級とする（**JIS C 0920** を参照）。ただし，電気設備区域が，固体及び液体の侵入に対し適切な保護等級の保護エンクロージャとして使用される場合は除く。

備考2.　感電保護には他の保護等級が必要となることがある（**6.**を参照）。

3.　エンクロージャの代表的な保護等級の例を，次に示す。

－　起動抵抗器及び他の大形電気装置だけを含む通風されたエンクロージャ：IP10
－　他の電気装置を含む通風されたエンクロージャ：IP32
－　一般産業用エンクロージャ：IP32，IP43及びIP54

－ 低圧水ジェット(ホースによる)で洗浄される場所で用いるエンクロージャ：IP55
－ 粉じんに対し保護するエンクロージャ：IP65
－ スリップリング機構を収納するエンクロージャ：IP2X

設置する場所の状態によっては，別の保護等級が適切となることもある。

12.4 エンクロージャ，扉及び開口部 エンクロージャは，通常の使用状態における機械的，電気的及び熱的ストレス，並びに湿度に耐える材料を用いて構成しなければならない。

扉及び覆いの止め金具は，脱落防止形が望ましい。点検窓は，エンクロージャと同じように，化学的雰囲気及び機械的応力に耐える材料としなければならない。危険な状況につながりかねない窓への静電気の帯電を防止するために，適切な間げき又は静電気的な遮へい（例えば，窓の内側に置き，かつ，エンクロージャに結合した金網）のいずれかによって予防措置をとらなければならない。

エンクロージャの扉は垂直丁番付きを推奨する。できれば持ち上げて取外し可能で，少なくとも95°の開き角度（ストッパー付）とすることを推奨する。

扉，ふた，覆い，及びエンクロージャ間のジョイント又はガスケットは，機械に使われる侵食性の液体，蒸気又はガスの化学的影響に耐えなければならない。運転又は保全のために開放又は取外しが必要な扉，ふた，覆いに対して，エンクロージャの保護等級を確保するために用いる手段は，次による。

－ 扉，覆い又はエンクロージャに，堅固に取り付ける。
－ 扉及び覆いの取外し又は交換によって劣化せず，保護等級を低下させない。

すべてのエンクロージャの開口部は，床又は基礎に面するもの，又は機械の他の部分に通じるものを含め，その電気装置の保護等級を確保できる方法によって供給者がふさがなければならない。ただし，機械内部のエンクロージャ底部に，結露による凝縮液を排出するための開口部を設けてもよい。ケーブル引込み用開口部は，現場で容易に開けられるものとしなければならない。

電気装置を収納したエンクロージャと，冷却剤，潤滑剤又は作動油が入っているコンパートメントとの間，又は油，液体及びダストが侵入するおそれがあるコンパートメントとの間に開口部を設けてはならない。この要求事項は，油中で作動するように特に設計された電気機器（例えば，電磁式クラッチ），又は冷却剤が使用される電気装置には適用しない。

エンクロージャの取付け孔は，取付け後，それらの孔が必要な保護を損なわないようにしなければならない。

正常運転中又は異常動作時に，高い表面温度に達する可能性のある電気装置は，

－ 高温が発生したとしても，その温度に耐えるエンクロージャ内に配置しなければならない。
－ 熱を安全に放散させるように，隣接装置から十分に離して取付け及び配置をするか(**JIS B 9960-1** の **12.2.3** を参照)，又は電気装置から放出される熱に耐える材料によって遮へいしなければならない。

12.5 高電圧装置への接近性

高電圧装置への接近性に関しては，**HD 637** の **6.5** を参考とする。

参考 HD 637 の **6.5** に次の規定がある。

6.5 建物に関する要件， **6.5.1** はじめに， **6.5.2** 構造規定， **6.5.2.1** 概要， **6.5.2.2** 壁， **6.5.2.3** 窓， **6.5.2.4** 屋根， **6.6.2.5** 床， **6.5.3** 開閉装置室， **6.5.4** サービス区域， **6.5.5** 扉， **6.5.6** 誘導流動体（dielectric fluid）の排出， **6.5.7** 空調及び換気， **6.5.8** 特別な配慮を必要とする建物

13. 導体及びケーブル

13.1　一般要求事項　導体及びケーブルは，使用条件（例えば，電圧，電流，高調波の影響，感電保護，ケーブルのグループ分け及び布設），外部から受ける影響［例えば，周囲温度，水又は腐食性物質の存在，機械的応力（据付け時の応力を含む。）及び火災］に対して適したものを選ばなければならない。

中性点直接接地方式又は中性点低抵抗接地方式では，地絡が1秒以内に遮断できるのであれば，いかなる種類のケーブルを用いてもよい。

中性点非接地方式又は消弧リアクトル（共振接地）方式では，地絡の継続時間が8時間を超えないと推測される場合には，いかなる種類の放射状電界（等電界）ケーブル（各心シールドケーブル）を用いてもよい。地絡の継続時間が8時間を超えることがあると推測される場合には，電圧定格がその次に高いクラスの高圧放射状電界（等電界）ケーブル（各心シールドケーブル）を用いなければならない（**附属書D**を参照)。ケーブル供給者の推奨に従うことが望ましい。

これらの要求事項は，関連した**JIS**で製造，試験された組立品の内部配線には適用しない。

13.2　導体　導体には，一般的に銅を用いる。いかなる材質の導体を用いる場合にも，同一電流を流したときの導体温度が，**表2**に示す値を超えないような公称断面積のものでなければならない。

表 2　通常時及び短絡時の最高許容導体温度

単位　℃

絶縁体の種類	通常時の最高許容導体温度	短絡時の短時間最高許容導体温度　a.
ポリ塩化ビニル（PVC）	70	160（300 mm^{2}未満）
架橋ポリエチレン（XLPE）	90	250
エチレンプロピレンゴム混合物（EPR/HEPR）	80～90　b.	250

備考　200 ℃を超える短時間最高許容導体温度については，銅導体は，すずめっき又は裸導体のどちらも 200 ℃以上には適さないため，銀めっき又はニッケルめっきのいずれかを施さなければならない。

参考　電気用品安全法及び**JCS 168**にこの表と異なる規準がある。

a.　この値は，経過時間5秒以内の断熱作用に基づくものである。
b.　ケーブル製造業者との協議が必要。

短絡電流による電気力学的及び熱的影響に耐えるようにするためには，導体寸法は**IEC 60865-1**に従って計算しなければならない。

13.3　絶縁体及びシース材料　絶縁体及びシース材料の種類には次のものがある（ただし，これらに限定しない)。

－　ビニル（PVC）
－　架橋ポリエチレン（XLPE）
－　エチレンプロピレンゴム混合物（EPR/HEPR）

ケーブル（例えば，PVC）の絶縁体及びシース材料が，火災を伝ぱする，又は毒性若しくは腐食性ガスを発生することによって危険源となる可能性がある場合は，ケーブル供給者の指示を求めることが望ましい。

これらの材料の機械的な強度と厚さは，絶縁体及びシース材料が運転中又は布設中（特にケーブルダクトへの引き込み中）に損傷を受けないものでなければならない。

参考　**HD 637**の**5.2.9**に関連する要求事項が示されている。

13.4 電流容量 導体及びケーブルの電流容量は，次の両方によって決定する。

－ 最高定常電流又は熱的等価実効電流における最高許容導体温度

－ 短絡状態での短時間最高許容導体温度

導体の断面積は，ケーブル供給者が別に規定しなければ，これらの条件下で導体温度が **表 2** に示す値を超えないものとしなければならない。

連続使用又は間欠使用におけるケーブルの電流容量の詳細については，ケーブル供給者と協議しなければならない。

13.5 導体及びケーブルの電圧降下 電源から負荷までの電圧降下は，電気装置の正常な運転が不足電圧によって影響されないものでなければならない。しかも，無負荷運転での過電圧で電気装置を損傷してはならない。

13.6 最小断面積 導体の断面積は，**13.1** 及び **8.2.2** に従って選択しなければならない。

13.7 可とうケーブル

13.7.1 一般事項 過酷に取り扱われる可とうケーブルは，次の事項に耐える構造にしなければならない。

－ 機械的取扱い及び粗い表面を引きずることによる摩耗

－ ガイドがないことによるねじれ

－ ケーブルドラムへの巻き付け，巻き戻しのとき，ガイドローラ及び強制ガイドから生じる応力

備考1. このような条件で用いるケーブルは，ケーブル供給者の基準による。

2. 強い引張応力，小さい曲げ半径，異なる平面内への曲げなどの不利な運転条件が繰り返されると，ケーブルの耐用寿命は短くなる。

移動機械の電気装置への高電圧電源供給のための可とうケーブルは，保護導体をもたなければならない（**8.2.3** を参照)。保護導体の断面積は，**8.**に従って決めなければならない。保護導体の断面積が 25 mm^2 以上であるときは，可とうケーブルの中で，同じ断面積の幾つかの導体に分割してもよい。

13.7.2 機械的定格 機械のケーブルハンドリングシステムは，機械の運転中に導体の引張応力をできるだけ低く保つよう設計しなければならない。銅導体を用いる場合の引張応力は，銅の断面積に対して 15 N/mm^2 を超えてはならない。使用時の要求仕様が引張応力限度の 15 N/mm^2 を超える場合には，特殊構造のケーブルを使い，許容最大使用引張応力についてはケーブル製造業者の承認を得ることが望ましい。

銅以外の材料を用いる可とうケーブルの許容最大使用引張応力についても，ケーブル製造業者の承認を得ることが望ましい。

備考 導体の引張応力に影響を及ぼす条件には，次のものがある。

－ 加速力

－ 運動速度

－ ケーブルの自重

－ ガイドの方法

－ ケーブルドラムシステムの設計

13.7.3 ドラムに巻かれたケーブルの電流容量 ドラムに巻かれたケーブルは，完全にドラムに巻かれた状態で，かつ，通常の使用電流を流したとき，最高許容導体温度を超えない断面積の導体をもつものを選定しなければならない。

ドラムに収容した円形断面のケーブルの電流容量は，**表 3** に従って気中の最大電流容量から低減することが望ましい(**IEC 60621-3** の **44.** 参照)。

備考 気中のケーブルの電流容量は，ケーブル製造業者の仕様による。

表 3　ドラムに巻かれたケーブルの低減係数

ドラムの種類	ケーブル層の数				
	任意	1	2	3	4
円筒状換気式	−	0.85	0.65	0.45	0.35
放射状換気式	0.85	−	−	−	−
放射状非換気式	0.75	−	−	−	−

備考1. 放射状ドラムとは，狭い間隔で配置されたフランジ間にケーブルのら旋層が収容されているもののことである。無口フランジを用いたドラムを非換気式といい，フランジに適度の換気口があるものを換気式という。

2. 円筒状換気式ドラムとは，広い間隔で配置されたフランジ間にケーブル層が収容されており，さらに，ドラムと端部フランジとに通気口があるものをいう。

3. 低減係数については，ケーブル及びケーブルドラム製造業者と協議することを推奨する。これによって上記以外の係数を使うこともある。

13.8　導体ワイヤ，導体バー及びスリップリング機構

13.8.1　直接接触に対する保護　導体ワイヤ，導体バー及びスリップリング機構は，機械に普通に接近するとき，次の保護方法のいずれかによって直接接触に対する保護が達成されるように据付け又は収納しなければならない。

－　少なくとも **JIS C 0920**（**JIS C 0364-4-41** の **412.2** も参照）に従った IPXXDH のエンクロージャ又はバリアによる保護

－　人が触れない場所に置くことによる保護（**JIS C 0364-4-41** の **412.4** を参照）

参考　HD 637 の 7.1.2 に関連事項が規定されている。

充電部を人が触れない場所に置くことによって保護する場合には，**JIS B 9960-1** の **9.2.5.4.3** に規定する非常スイッチングオフを設けなければならない。

導体ワイヤ及び導体バーは，次のように設置及び/又は保護しなければならない。

－　特に，保護されていない導体ワイヤ及び導体バーと，プルコードスイッチのコード，張力軽減機器及びドライブチェーンのような導電体との接触を防ぐ。

－　振れの荷重による損傷を防ぐ。

13.8.2　保護ボンディング回路　導体ワイヤ，導体バー及びスリップリング機構を保護ボンディング回路の一部として用いる場合は，通常運転中，これらに電流を流してはならない。

保護ボンディング回路のしゅう動接点を用いた部分は，適切な対策によって導通性を確実にしなければならない（例えば，集電子の二重化，導通性の監視）。

13.8.3 保護導体集電子　保護導体集電子は，他の集電子と交換できない形状又は構造でなければならない。このような集電子は，しゅう動接点式でなければならない。

13.8.4　空間距離　各導体間，並びに，導体ワイヤ，導体バー，スリップリング機構及びその集電子の隣接する系統間の空間距離は，**IEC 60071-1** の**表 2** に示される短時間定格商用周波の耐電圧及び低レベル定格雷インパルス耐電圧に対して適していなければならない。

参考　HD 637 の表 1 に関連事項が示されている。

13.8.5　沿面距離　各導体間，並びに，導体ワイヤ，導体バー，スリップリング機構及びその集電子の隣接する系統間の沿面距離は，**IEC 60071-2** の**表 2**(**3.3.5.2** も参照)の汚染レベル 2，3 又は 4 での動作に適していなければならない。

参考　HD 637 の表 2 に関連事項が示されている。

好ましくない周囲条件（例えば，導電性のほこりのたい積，化学作用）によって，徐々に絶縁値が減少することを防ぐ特別な対策に関しては，製造業者の推奨に従わなければならない。

13.8.6　導体システムの分割　導体ワイヤ又は導体バーを，幾つかの独立区画に分割できるような配置をする場合，集電子自身が隣接区画を充電することを防ぐため，適切な設計をしなければならない。

13.8.7　導体ワイヤ，導体バーシステム及びスリップリング機構の構造と据付け　高電圧電源回路に使用する導体ワイヤ，導体バー及びスリップリング機構は，低電圧回路に使われるものとは別のグループにまとめなければならない。

導体ワイヤ，導体バー及びスリップリング機構は，損傷を受けることなく短絡電流の機械的及び熱的影響に耐えることができなければならない。

地下又は床下に設置する導体ワイヤ及び導体バーシステムの取外し可能な覆いは，工具を使用しなければ開けることができないように設計しなければならない。

複数の導体バーを一個の共通の金属エンクロージャ内に設置する場合は，エンクロージャの各区画どうしをボンディングし，長さによっては，数箇所を接地しなければならない。地下又は床下に設置する導体バーの金属の覆い同士もボンディングし，接地しなければならない。

備考　通常の金属製丁番は，金属エンクロージャ又は床下ダクトと，それらの覆い若しくは天板との等電位ボンディング又は保護導体接続としての導通性を十分に確保できると考えてよい。

地下又は床下導体バーのダクトは，排水設備をもたなければならない。

14.　配線

14.1　接続及び経路

14.1.1　一般要求事項　グランド，ブッシングなどによる高電圧ケーブルのエンクロージャへの引込み方法は，エンクロージャの保護等級が低下しないことが確実なものでなければならない(**12.3** 参照)。

すべての接続は，不測の緩みに備えてしっかりと締め付けなければならない。接続方法は，接続する導体の断面積及び特性に適していなければならない。アルミニウム又はアルミニウム合金の導体の場合には，固有の塑性及び電食に対して特別の配慮を払わなければならない。ねじ込み又は締め付けによる導体のジョイント並びに電気装置への接続は，負荷状態及び短絡条件下において，必要な接触圧力を維持するように設計しなければならない。グランド，端子箱及び端末処理に関してはケーブル供給者の推奨事項に従わなければならない。

識別タグは，ケーブル端末に取り付けるものとし，読みやすく，耐久性があり，使用環境に適したものでなければならない。

14.1.2　ケーブルの配線　ケーブルは，機械の使用又は予見し得る誤使用によって発生すると考えられる機械的損傷の可能性を最小とするように，配線し又は保護しなければならない。

ケーブルの曲げ半径と布設条件は，ケーブル供給者の指示に従ったものでなければならない。

ケーブルの取外し及び再接続が必要な場合（例えば，電動機の取り替えのため）には，このための十分な余長を確保しなければならない。

導体及びケーブルは適切に保持しなければならない。特にケーブルの端末部は，導体端部に機械的応力がかからないように適切に保持しなければならない。

ケーブルは，端子から端子までジョイントなしで配線しなければならない。これが実際的でない場合（例えば，移動機械，長い可とうケーブルをもつ機械）には，ジョイントしてもよい。

高圧ケーブルは，低圧ケーブルと物理的に分離することが望ましい。

14.2　導体の識別　導体の各端末は，技術文書（**18.**を参照）に従って，識別できなければならない。望ましい識別の方法に関して供給者と使用者とが合意するために，**附属書 B** の**設問 28** を使用するとよい。

保護導体は，形状，位置又は構造から保護導体であることを容易に識別できない場合でも，近づき得る位置で, **IEC 60417-5019** の図記号又は緑と黄の 2 色組合せによって明りょうに識別できなければならない。

14.3　可とうケーブル　可動部分に用いる可とうケーブルは，接続箇所に機械的引張りがなく，過度の曲げが生じないような方法で保持しなければならない。そのためにループ状に保持する場合には，少なくともケーブル外径の 10 倍の曲げ半径が取れる長さとしなければならない。

ケーブルの接続端は，力（軸方向及び半径方向）がかからないようにし，ケーブルの外装がはがれないように処理するとともに，ねじれがかからないようにしなければならない。

接続点は，ケーブルにねじれが生じないように調整しなければならない。

機械の可とうケーブルは，次のようなケーブルの使用方法又は誤使用によって引き起こされる外的損傷の可能性を最小に抑えるように，布設又は保護しなければならない。

- 機械自身にひ（轢）かれる。
- 運搬車両その他の機械にひかれる。
- 移動している機械構造物との接触
- ケーブルバスケットからの出し入れ，又はケーブルドラムへの巻き取り及び引き出し
- カーテン（懸架）方式及びつり下げケーブルに対して加速中にかかる力及び風の力
- ケーブルの収納装置による過度の摩擦
- 過度の放射熱にさらされる。

ケーブルのシースは，次に耐えるものでなければならない。

- 移動から予想される通常の摩耗
- 雰囲気中の汚染物質の影響(例えば，油，水，冷却剤，ほこり)

ケーブルハンドリングシステムは，次のような場合にケーブルのねじれを防ぐために，ケーブルの軸回り角度が 5° を超えないように設計しなければならない。

- ケーブルドラムへの巻き取り及び引き出し時の曲げ
- ケーブル案内機器への接近及び離脱

ケーブルドラムには，常に少なくとも 2 巻き分の可とうケーブルを残さなければならない。

ケーブル製造業者と別な合意をしない限り，許容ケーブル曲げ半径は，次のように確保しなければならない。

- ケーブルドラム及びケーブルローラは, ケーブル外径の 25 倍以上の胴径が確保されるように使用しなければならない。案内機器及び搬送機器においても，ケーブルが固定接続点へ向かう部分においても, ケーブルの最小曲げ半径は，あらゆる方向にケーブル外径の 15 倍以下になってはならない。S 字の道程で，二つの曲がり部間の直線距離，又は二つの異なる面内の曲がり部間の直線距離は，少なくともケーブル外径の 20 倍としなければならない。走行路内にある供給点での最小曲げ半径は，ケーブル外径の 15 倍以上でなければならない。
- ローラコンベアに対しては，個々のローラ間の距離は，ローラ部における過度な曲げを避けるように設定しなければならない。この条件は，特に高速走行，高頻度の反対方向曲げ，及び導体に最大許容引張応力がかかる使用に対して適用される。

これらの要求事項は，同じような装置，例えば，移動ケーブル支持装置，ケーブル運搬車にも適用する。

14.4　プラグ/ソケット接続　通常，使用中に接続されたままとなるプラグ/ソケットは，次のいずれかでな

ければならない。

－　意図しない脱落を防止するために，かぎ又は工具を使用しなければ外せないような保持タイプ

－　負荷条件下での開路を防止するため，スイッチによるインタロックを用いるタイプ

例えば，可とう電源ケーブルを延長するためにプラグ/ソケットが必要なときは，かぎ又は工具を用いる方式によって保持しなければならない。さらに，スイッチによるインタロックを用いることを推奨する。

プラグ/ソケットは，**5.2.2 c)**の要求事項を満たさなければならない。**17.2** に従った適切な警告標識をプラグ/ソケットに取り付けなければならない。安全使用に対する適切な説明書を **18.**に従って提供しなければならない。

14.5　輸送のための取外し　輸送のために配線を外す必要がある場合には，その箇所に端子台又はプラグ/ソケットを設けなければならない。このような端子台は，適切に覆わなければならない。また，プラグ/ソケットは，輸送中及び保管中の物理的環境に対して保護しなければならない。

14.6　ケーブルトレイ　ケーブルトレイは，摩耗による損傷の可能性を最小にするように，可動部分から十分に離れた位置に，動かないように支持しなければならない。人の通路が必要な区域では，ケーブルトレイは作業面の上方，2 m 以上の位置に取り付けなければならない。

15.　電動機及び附属装置

15.1　一般事項　**JIS B 9960-1** の **15.**の規定を適用する。

15.2　電動機用接続箱　電動機に取り付ける装置，例えば，ブレーキ，温度センサ，プラッギングスイッチ及び速度計用発電機は，次のいずれかにおいて端子接続をしなければならない。

－　電動機用接続箱とは別の端子箱，又は

－　電動機用接続箱内の高圧端子とは分離された区画。

16.　附属品

16.1　充電部の接地及び短絡のための附属品　すべての充電部分を高電圧装置に適する接地システム(**5.4** 参照)に接地及び短絡するための附属品は，機械の高電圧装置の充電部分での作業を安全に行いやすくするために十分な量を確保しなければならない(**附属書 B** 参照)。これらの附属品は，**IEC 61230** の要求事項を満足しなければならない。

16.2　電圧検出器　機械の充電部分の放電を確認するために適し，**IEC 61243-1** を満足する電圧検出器を用意しなければならない。電圧検出器は，検出器の動作が正常であることを確認する手段をもつものでなければならない(**附属書 B** 参照)。

参考　**HD 637** の **7.3.3** にも関連事項が示されている。

16.3　安全作業のための附属品　高電圧装置の充電部近くでの安全作業のための附属品（例えば，移動スクリーン，挿入式絶縁仕切板）を備えなければならない(**附属書 B** 参照)。

参考　**HD 637** の **7.3.5** に関連事項が示されている。

17.　マーキング，警告標識及び略号

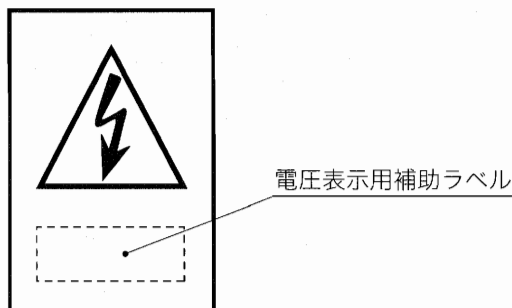
17.1　一般事項　電気装置には，供給者名，商標又はその他の識別記号を付けなければならない。

警告標識，銘板，マーキング及び識別プレートは，物理的環境に十分耐えるものでなければならない。

マーキング及び略号は，**JIS B 9960-1** の **17.**に適合しなければならない。

17.2　警告標識（充電マーク）　マークを付けなければ電気機器を内蔵していることが明確でないエンク

ロージャには，**JIS B 9706-1** の図 **10** による組合せ標識を付けなければならない。この標識は，**JIS Z 9101** の記号 **B. 3.6** に従い黒色の三角形内を黄色の地とし，その上に **IEC 60417-5036** の図記号による黒い電光を描いた充電マークを付けるものとし，該当する電圧を示す補助ラベルとともに表示しなければならない。

警告標識はエンクロージャの扉又はカバーに，見やすく表示しなければならない。

IEC 60417-5036 の図記号

18. 技術文書 **JIS B 9960-1** の **18.**の規定を適用する。さらに，文書，特に運転マニュアルには，この規格（**JIS B 9960-11**）の **16.**に規定する附属品の使い方を含めなければならない。

19. 試験及び検証

19.1 一般事項 この規格は機械の高電圧装置に対する一般要求事項を規定している。特定種別の機械に関する試験は，その製品規格の規定による。専用の製品規格をもたない機械に対しては，次の試験のうち適切なものを一つ以上採用する。ただし，接地システム試験(**19.2** を参照)は，必ず試験項目に含めなければならない。

- 高電圧装置が，技術文書に適合していることの検証
- 接地システム試験(**19.2** を参照)
- 絶縁抵抗試験(**19.3** を参照)
- 耐電圧試験(**19.4** を参照)
- 機能試験(**19.5** を参照)
- 電気設備区域外での高電圧装置の IP 試験(**19.6** を参照)

これらの試験を実施するときは，上記の順序で行うことを推奨する。

19.2 接地システム試験 試験は，接地システムが **6.3** による間接接触に対する保護の要求事項を満足していることを確認するために，次の項目について実施しなければならない。

- 機械の据付け
- 機械設備側と外部設備側間の接続(機械側ボンディング導体)
- 機械の電気装置の一部となっている接地システム

参考 **HD 637** の **9.6** に試験に関する事項が示されている。

19.3 絶縁抵抗試験 電力回路の導体と保護ボンディング回路との間の絶縁抵抗値は，高電圧装置の定格電圧に等しい値又は 5 kV のいずれか小さい方の電圧で測定し，1 MΩ以上でなければならない。試験は高電圧装置の個々の区域ごとに実施してもよい。ただし，例外として，高電圧装置の特定の部分，例えば，ブスバー，導体ワイヤ，導体バーシステム及びスリップリング機構の部分には，製造業者の合意に基づく，より低い絶縁抵抗値が許容される。

19.4 耐電圧試験 耐電圧試験の詳細は，供給者と使用者との間で合意しなければならない。

据付け後における現場での電圧試験のガイドは，**IEC 60298** の**附属書 DD** に示されている。

参考1. 経済産業省令“電気設備に関する技術基準を定める省令”第5条2項及び“電気設備の技術基準の解釈について”第17条に絶縁耐力試験の条件が示されている。

2. **IEC 60298** の**附属書 DD** は，**JEM 1425** の**附属書 DD** と規定内容が異なる。

19.5 機能試験 電気装置の機能，特に安全及び安全防護に関する機能は，試験をしなければならない。

19.6 電気設備区域外での高電圧装置の IP 試験 IPXXDH の直接接触に対する最小の保護等級の形式試験を受けた高電圧装置に対しては，IP 試験は必要ない。

その他の電気装置では，**JIS C 0920** に規定された適切な試験を実施しなければならない。

19.7 再試験 機械及び関連装置の一部を交換又は補修した場合には，その部分は適宜，再検証及び再試験を行わなければならない (**19.1** を参照)。

関連規格

EN 50178:1997 Electronic equipment for use in power stations

HD 637:1999 Power installations exceeding 1 kV a.c.

JEM 1425:2000 金属閉鎖形スイッチギヤ及びコントロールギヤ（日本電機工業会規格）

JCS 168:1995 電力ケーブルの許容電流（その 1）（日本電線工業会規格）

附属書 A（参考）この規格が対象とする機械の例

この附属書は，本体に関連する事柄を補足するもので，規定の一部ではない。

次のリストは，この規格に適合するべき高電圧装置を備える機械の例を示す。

- 圧延機
- 製紙機械
- 密閉式混合機(ゴム及びプラスチック)
- トンネル掘削機
- 鉱山及び採石機械
- コンベヤ
- クレーン
- シップローダ，アンローダ
- 原料(例えば，石炭)のスタッカ及びリクレーマ

附属書 B（参考）機械の高電圧装置に関する調査書

この附属書は，本体に関連する事柄を補足するもので，規定の一部ではない。

備考　機械の低電圧装置については，**JIS B 9960-1** の**附属書 B** にこれとは異なった調査表がある。

次の情報は，高電圧装置の使用者が提供することを推奨する。この調査書は，機械の使用者と供給者との間で基本条件及び使用者の追加要求事項に関する合意を形成し，機械の高電圧装置の適切な設計，適用及び使用を確実なものとするためのものである(本体の **4.1** を参照)。

製造者・供給者の名 ______________________________
最終使用者名 ______________________________
見積・発注の番号 ____________日付 ______________
機械の形式・製造番号 ______________

1. この規格の規定が許容する変更があるか。
あり ________なし ________

運転条件－特殊要求事項（本体の **4.4** を参照）

2. 周囲温度範囲 ____________________
3. 湿度範囲 ____________________
4. 標高 ____________
5. 環境（例えば，腐食性雰囲気，粒状物質，電磁両立性） ________________
6. 放射線 ____________________
7. 振動及び衝撃 ____________________
8. 据付け及び運転上の特殊要求事項（例えば，ケーブル及び導体の難燃性要求事項）
____

電源及びそれに関連する条件（本体の **4.3** を参照）

9. 予想される電圧変動（±10 %を超える場合） ________________
10. 予想される周波数変動（本体の **4.3.2** の規定値を超える場合） ____________
短時間仕様 ________________
11. 将来あり得る高電圧装置の変更であって，電源容量の増加を必要とするものがあれば記入する。
____

12. 必要とされる供給電源について
公称電圧　　交流________V 直流________V
交流の場合，相数________　周波数________Hz
機械への電源供給場所における推定短絡電流（実効値）（質問 15 も参照） ________kA

本体の **4.3.2** に示されている外部電源の変動値 ____________________

13. 電源から機械までをつなぐためのケーブルのサイズと種類

－ ケーブル断面積 ____________________

－ 導体の材料 ____________________

－ ケーブル種類 ____________________

保護導体のモニタリング要求の有無　　あり__________ なし__________

14. 電源システムの予想 1 線地絡電流

値：__________継続時間：__________

接地の種類

－ 中性点非接地

－ 消弧リアクトル接地（共振接地）

－ 中性点低抵抗接地

－ 消弧リアクトル接地（共振接地）及びテンポラリ中性点低抵抗接地

中性点非接地又は消弧リアクトル接地（共振接地）をもつシステムの予想 2 線地絡電流

値：__________継続時間：__________

15. 電源導体の過電流及び地絡の保護機器は，使用者又は供給者が提供するか（本体の **7.2.2** を参照）。

____

型式及び設定(setting)

－ 過電流保護機器 ____________

－ 地絡保護機器 ____________

16. 断路器及び接地装置の供給

供給される断路器の形式 ____________________

接地開閉器に要求されるオフ（OFF）位置に固定するための固定装置の有無？

あり__________　　なし__________

17. 供給電源に直接接続したとき，直入れ起動できる交流三相誘導電動機の最大出力________kW

18. 電動機

JIS B 9960-1 の **7.3**(電動機の過負荷保護)を参照する。

－ 電動機の過負荷検出機器の数は減らしてよいか。

可_______　否_______

－ 相間不平衡状態下での保護は要求されるか？

要_______　不要______

－ 回転子（ロータ）の停動状態下での保護は要求されるか？

要_______　不要______

その他の考察

19. 識別（本体の **17.1** を参照） ____________________________________

20. 刻印，特殊なマーキング

－ 認定のマーク　あり_____　なし______　ある場合，どこの認定か______________

－ 高電圧装置に付けるか____________　使用言語は______________

21. 技術文書（**JIS B 9960-1** の **18.1** を参照）
どのような記載媒体を使用するか ______________ 使用言語は______________

22. 使用者が準備するダクト，開放形ケーブルトレイ又はケーブル支持物の寸法，配置及び用途（**JIS B 9960-1** の **18.5** を参照）（必要ならば別紙に記載）。

____

23. 両手制御を用いる場合，そのタイプ ______________________
タイプ 3 を採用する場合，二つの押しボタンの操作間隔の制限時間(最大 0.5 秒)
______________________秒

24. 特定の機械又は制御装置を据付場所まで輸送する際の寸法，及び質量に対する特別の制限があれば記入する。
- 最大寸法 ______________________
- 最大質量 ______________________

25. 手動操作によって，頻繁に繰返し操作を行う機械の場合，その繰返しの時間当たりの頻度はどれくらいか ________ ／時間
そのとき，継続して機械を運転する時間は，最大何分か ________分

26. 特別に製造する機械の場合，実負荷をかけた運転試験の証明書が必要か。
必要________ 不要________
その他の機械の場合，プロトタイプの機械で実負荷をかけた運転試験の証明書が必要か。
必要________ 不要________

27. ケーブルレス制御において，正規の信号がなくなってから自動的に機械を遮断するまでの時間は何秒か（**JIS B 9960-1** の **9.2.7.3** を参照）。 ________秒

28. **14.2** に示されているが，導体表示に特別な方法をとる必要があるか。
要________ 否________ 形式______________

29. 次の事項に対する附属品の形式と量
- 接地と短絡（本体の **16.1** を参照） 形式______________ 量______________
- 電圧検出器（本体の **16.2** を参照） 形式______________ 量______________
- 安全作業 （本体の **16.3** を参照） 形式______________ 量______________

附属書 C（参考）中性点直接接地方式又は中性点低抵抗接地方式における裸保護導体の断面積の計算法

この附属書は，本体に関連する事柄を補足するもので，規定の一部ではない。

短時間地絡が発生している間に，保護導体に触ることによってやけど（火傷）を負う可能性は非常に低いので，断面積は 200 ℃の温度に対して決められる。次の式は，保護導体の断熱性に基づくものであって，導体温度が 200 ℃ を超えることなく，最大 5 秒間地絡電流を流せる裸導体の必要断面積を計算するために用いることができる。

$$S = (I_E / k)\ t^{1/2}$$

ここに

S	必要断面積	mm^2
I_E	有効地絡電流（実効値）	A
t	地絡電流が流れる時間	S
k	初期温度を 40 ℃ としたとき，許容最高温度 200 ℃の裸導体の係数	$A(sec)^{1/2}mm^{1/2}$

銅	153
アルミニウム	99
電気めっき鋼	56

附属書 D（参考）高電圧装置におけるケーブルの定格電圧と最高電圧の関係

この附属書は，本体に関連する事柄を補足するもので，規定の一部ではない。

ケーブルの電圧指定には，U_0／U（U_m）が用いられる。これらの関係を**附属書 D 表 1** に示す。

ここに，

U_0　ケーブルの導体と大地又は金属遮へいとの間の定格商用周波電圧

U　ケーブルの導体間の定格商用周波電圧

U_m　高電圧装置における最高電圧(**IEC 60038** を参照)

附属書 D 表 1

単位　kV

ケーブル及び関連取付金具の定格電圧 kV		高電圧装置における最高電圧 kV
U_0	U	U_m
1.8	3	3.6
3.6	6	7.2
6	10	12
8.7	15	17.5
12	20	24
18	30	36

附属書E（参考）接地及び保護ボンディングに関する用語の関連付け

この附属書は，本体に関連する事柄を補足するもので，規定の一部ではない。

この規格（**JIS B 9960-11**）と **HD 637** における，接地及び保護ボンディング用語の使い方を**附属書E表1**に示す。

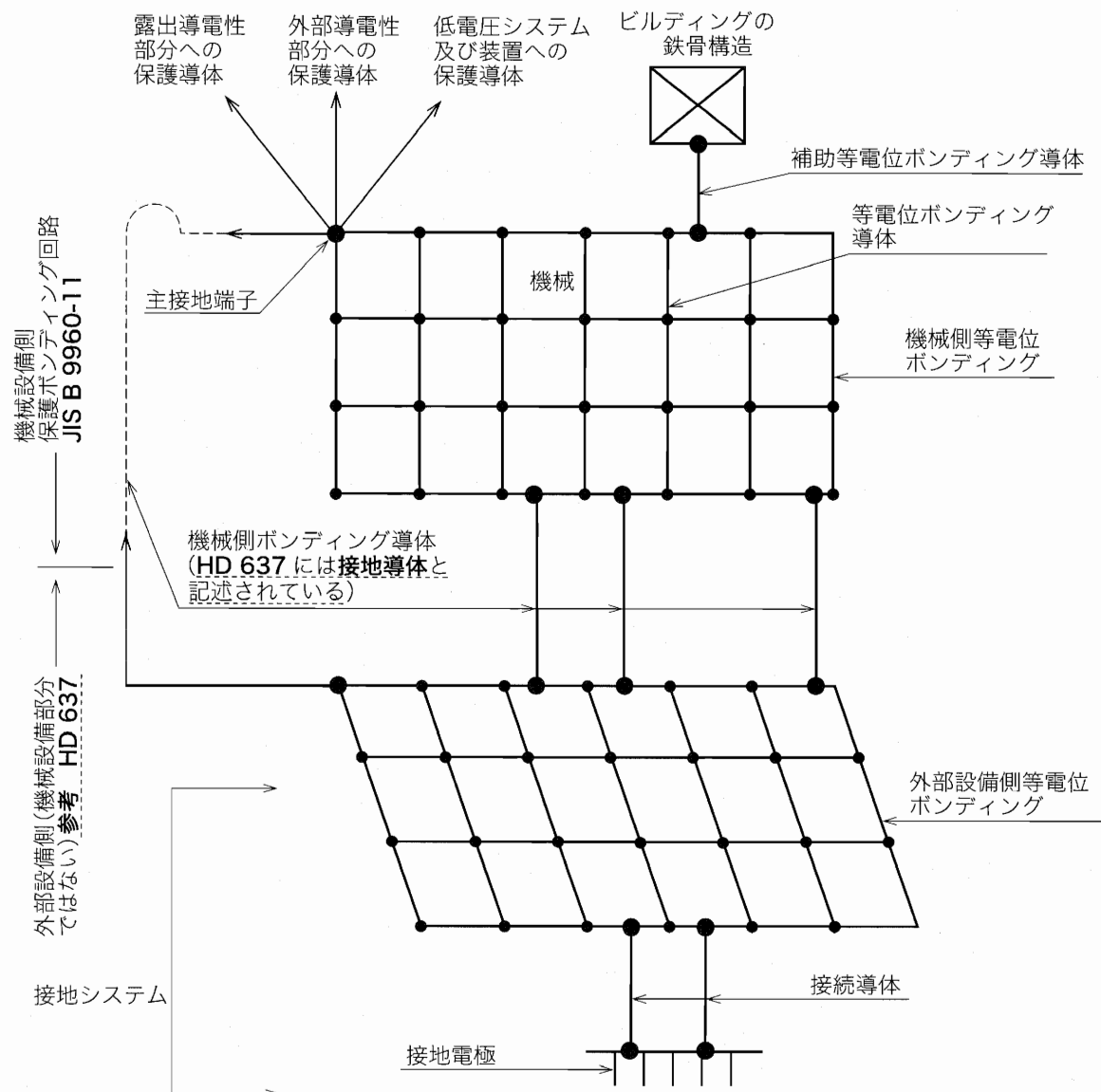
附属書E表 1

JIS B 9960-11	HD 637
接地電極 定義： なし 特別要求事項： なし 使用箇所： **3.9**	**接地電極** 定義： **2.7.3** 地面と，又は広い面で地面と接触しているコンクリートに埋め込まれた導体(例えば，基礎接地電極)と導電性接触している導体（**IEV 604-04-05**，**826-04-02**）
接地システム 定義： **3.9** 導電的に接続した接地電極又はそれと等価な金属部分（例えば，塔脚部，外装，金属ケーブルシース）と接続導体及びボンディング導体で構成される限定されたシステム 特別要求事項： なし 使用箇所： **3.25**，**5.2.1**，**5.2.3.2**，**6.3.2**，**8.1**，**8.2.2**，**8.2.3**，**16.1**，**19.1**，**19.2**	**接地システム** 定義: **2.7.6** 導電的に接続した接地電極又は接地電極と等価な金属部分（例えば，塔脚部，外装，金属ケーブルシース）と接地導体及びボンディング導体で構成される限定されたシステム （**IEV 604-04-01**）
接地導体 定義： なし 特別要求事項： なし 使用箇所： **3.9**，**3.25**	**接地導体** 定義: **2.7.4** 接地すべき設備の一部を接地電極に接続するか，又は接地電極どうしを接続する導体であって，地面の外に布設するか，又は埋設して布設し，絶縁措置を施した導体（**IEV 826-04-07**） **備考** 設備の一部と接地電極とが，遮断リンク，サージアレスタカウンタ，サージアレスタ制御ギャップなどによって接続されている場合，接地電極に恒久的に接続された部分だけが接地導体となる。

附属書 E 表 1（続き）

JIS B 9960-11	HD 637
機械側ボンディング導体 定義：**3.25** 機械側等電位ボンディングを接地システムに接続する導体（**IEV 826-04-07**） （**HD 637** では**接地導体**という用語が用いられる。） 特別要求事項：なし 使用箇所：**8.2.1，8.2.3，8.2.6，8.2.7，19.2**	**機械側ボンディング導体** この用語は使用されていない。
保護導体 定義： **3.35** 感電保護のために，次の部分を電気的に接続する導体（**IEV 826-04-05**，修正） － 露出導電性部分 － 外部導電性部分 － 主接地端子 要求事項： **8.2.2，13.7.1** 使用箇所： **3.16，3.34，8.2.1，8.2.3，8.2.6，13.8.3，13.8.7，14.2，附属書 C**	**保護電体** 定義： なし 低電圧装置と高電圧接地システム間の接続にだけ使用されている。
等電位ボンディング 定義： **3.15** 等電位を達成するように意図した，導電性部分間の電気的接続（**IEV 195-01-10**） 特別要求事項： なし 使用箇所： **3.16，3.25，8.1，8.2.1，13.8.7**	**等電位ボンディング** 定義： **2.7.14.1** 導電性部品間の電位差を小さくするための，導電性部品間の導電性接続
等電位ボンディング導体 定義： **3.16** 保護等電位ボンディングを備えた保護導体（**IEV 195-02-10**）。 特別要求事項： なし 使用箇所： **8.2.1，8.2.6**	**ボンディング導体** 定義： **2.7.5** 等電位結合をもたらす導体。

附属書 E 表 1（続き）

JIS B 9960-11	HD 637
補助等電位ボンディング導体 定義： なし 要求事項： **8.2.7** 使用箇所： **8.2.7**	**補助等電位ボンディング導体** この用語は使用されていない。
保護ボンディング回路 定義： **3.34** 漏電事故の際の感電に対する保護にかかわるすべての保護導体及び導電性部分 特別要求事項： なし 使用箇所： **6.3.1， 6.3.3， 8.2.1， 8.2.3， 8.2.4， 8.2.5， 8.2.6， 8.2.7， 13.8.2， 19.3**	**保護ボンディング回路** この用語は使用されていない。

附属書 E 図 1　接地及び保護ボンディングに関する用語の説明

附属書 1（参考）JIS と対応する国際規格との対比表

JIS B 9960-11:2004　機械類の安全性－機械の電気装置－第 11 部：交流 1000 V 又は直流 1500 V を超え 36 kV 以下の高電圧装置に対する要求事項					**IEC 60204-11:**2000　機械類の安全性－機械の電気装置－第 11 部：交流 1000 V 又は直流 1500 V を超え 36 kV 以下の高電圧装置に対する要求事項		
(Ⅰ)**JIS** の規定内容		(Ⅱ)国際規格番号	(Ⅲ)国際規格の規定		(Ⅳ)**JIS** と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体 表示方法：点線の下線又は側線		(Ⅴ)**JIS** と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策
項目番号	内容		項目番号	内容	項目ごとの評価	技術的差異の内容	
1.適用範囲	公称電源電圧が交流 1 000 V 又は直流 1 500 V を超え 36 kV 以下で，公称周波数 200 Hz 以下で稼動する機械及び連携する一群の機械の電気装置。 **HD 637** を参考として引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	適用範囲は **JIS** と同じ。 **HD 637** を備考で引用。	IDT	－ －	 **HD 637** は国際規格ではないので，**JIS** では参考とした。
2.引用規格	原国際規格が引用する規格のうち下記 2 件をはずし，本文巻末の関連規格に記載。 ・**EN 50178** ・**HD 637**	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**IEC** 規格 27 件，**ISO** 規格 2 件，及び **EN 50178, HD 637** を normative として引用。	MOD/変更	**JIS** では **EN 50178** 及び **HD 637** の強制力が弱い。	**EN 50178** 及び **HD 637** は国際規格ではないので **JIS** では参考とした。 該当 **EN** 及び **HD** は国際規格への移行を働きかける。

(Ⅰ)JISの規定内容		(Ⅱ)国際規格番号	(Ⅲ)国際規格の規定		(Ⅳ)JIS と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体 表示方法：点線の下線又は側線		(Ⅴ)JIS と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策
項目番号	内容		項目番号	内容	項目ごとの評価	技術的差異の内容	
3.定義	3.9 及び 3.25 **HD 637** を参考として引用。 3.26 機械類の定義は **TR B 0008** と同じ表現。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	3.9 及び 3.25 **HD 637** を本文又は備考に引用。 3.26 機械類の定義は **IEC 60204-11** 特有の表現	IDT	− 意味に大差なし。	**HD 637** は国際規格ではないため **JIS** では参考とした。 安全用語統一のため日本語定義を **TR B 0008** に整合化
4.一般要求事項	4.2 高電圧電気装置の使用部品は関連の **JIS** 及び **IEC** 規格がある場合，これに準拠することを規定。 **IEC 60298** の該当事項は **JEM 1425** に同等の規定があることを記述した参考を追加。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	4.2 高電圧電気装置の使用部品は関連の **IEC** 規格がある場合，これに準拠することを規定。	MOD/変更	**JIS** では，国際規格に整合しない **JIS** 部品の使用を容認。 −	変圧器，継電装置，遮断器，電線などは，現時点ではすべて国際規格に準拠することは困難。将来，整合化を図る。 **JEM 1425** によっても要求事項を知ることができることを示した。
5.入力電源導体接続，電源断路用及び開路用機器，並びに接地手段	5.2.2 **IEC 60298** の該当事項は **JEM 1425** に同等の規定があることを記述した参考を追加。 5.4 **HD 637** を参考として引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	5.2.2 5.4 **HD 637** を備考として引用。	IDT	− −	**JIS** では，**JEM 1425** によっても要求事項を知ることができることを示した。 **HD 637** は国際規格ではないので，**JIS** では参考とした。

(Ⅰ)JIS の規定内容		(Ⅱ)国際規格番号	(Ⅲ)国際規格の規定		(Ⅳ)JIS と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体 表示方法：点線の下線又は側線		(Ⅴ)JIS と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策
項目番号	内容		項目番号	内容	項目ごとの評価	技術的差異の内容	
6.感電保護	6.1 6.2 6.3.2 **HD 637** を参考として引用。 6.3.3 **HD 637** を参考として引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	6.1 6.2 6.3.2 **HD 637** を本文に引用。 6.3.3 **HD 637** を備考として引用。	MOD/変更	**JIS** では **HD 637** の強制力が少し弱い。	**HD 637** は国際規格ではないので **JIS** では参考とした。
7.高電圧装置の保護	7.4 サージによる過電圧の保護機器の例として，アレスタ，サージアブソーバがあることを追加記述。 7.5 **HD 637** を参考として引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	7.4 例示なし。 7.5 **HD 637** を本文に引用。	MOD/変更	－ **JIS** では **HD 637** の強制力が少し弱い。	理解の便宜。 **HD 637** は国際規格ではないので **JIS** では参考とした。
8.等電位ボンディング	8.1 8.2.1 8.2.2 **HD 637** を参考として引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	8.1 **HD 637** を本文に引用。 8.2.1 8.2.2 **HD 637** を備考として引用。	MOD/変更	**JIS** では **HD 637** の強制力が少し弱い。	**HD 637** は国際規格ではないので **JIS** では参考とした。

(Ⅰ)JIS の規定内容		(Ⅱ)国際規格番号	(Ⅲ)国際規格の規定		(Ⅳ)JIS と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体 表示方法：点線の下線又は側線		(Ⅴ)JIS と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策
項目番号	内容		項目番号	内容	項目ごとの評価	技術的差異の内容	
9.制御回路及び制御機能	**JIS B 9960-1** の 9 を適用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**IEC 60204-1, 9** を適用。	IDT	―	
10.オペレータインタフェースと機械に取り付けられた制御機器	**JIS B 9960-1** の 10 を適用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**IEC 60204-1, 10** を適用。	IDT	―	
11.電子装置	**JIS B 9960-1** の 11 を適用。 **EN 50178, HD 637** を参考に引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**IEC 60204-1, 11** を適用。 **EN 50178, HD 637** を備考に引用。	IDT	― ―	 **EN 50178, HD 637** は国際規格ではないので **JIS** では参考とした。
12.制御装置の配置，取付け及びエンクロージャ	12.5 **HD 637** を引用する参考条項。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	12.5 **HD 637** を引用する強制条項。	MOD/変更	**JIS** では，**HD 637** の強制力が少し弱い。	**HD 637** は国際規格ではないので **JIS** では参考とした。

(Ⅰ)JIS の規定内容		(Ⅱ)国際規格番号	(Ⅲ)国際規格の規定		(Ⅳ)JIS と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体 表示方法：点線の下線又は側線		(Ⅴ)JIS と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策
項目番号	内容		項目番号	内容	項目ごとの評価	技術的差異の内容	
13.導体及びケーブル	13.2 の表 2 電気用品安全法及び **JCS 168** にこの表と異なる基準があることを参考として追加記述。 13.3 13.8.1 13.8.4 13.8.5 **HD 637** を参考に引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	 13.3 13.8.1 13.8.4 13.8.5 **HD 637** を本文に引用。	MOD/変更	－ **JIS** では，**HD 637** の強制力が少し弱い。	 **HD 637** は国際規格ではないので **JIS** では参考とした。
14.配線		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	－	
15.電動機及び附属装置		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	－	
16.附属品	16.2 16.3 **HD 637** を参考として引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	16.2 16.3 **HD 637** を本文に引用。	MOD/変更	**JIS** では，**HD 637** の強制力が少し弱い。	**HD 637** は国際規格ではないので **JIS** では参考とした。
17.マーキング，警告標識及び略号		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	－	
18.技術文書		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	－	

(Ⅰ)JISの規定内容		(Ⅱ)国際規格番号	(Ⅲ)国際規格の規定		(Ⅳ)JISと国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容 表示箇所：本体 表示方法：点線の下線又は側線		(Ⅴ)JISと国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策
項目番号	内容		項目番号	内容	項目ごとの評価	技術的差異の内容	
19. 試験及び検証	19.2 **HD 637** を参考として引用。	**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	19.2 **HD 637** を本文に引用。	MOD/変更	**JIS** では，**HD 637** の強制力が少し弱い。	**HD 637** は国際規格ではないので参考とした。
附属書 A（参考）		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	―	
附属書 B（参考）		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	―	
附属書 C（参考）		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	―	
附属書 D（参考）		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	―	
附属書 E（参考）		**IEC 60204-11**	**JIS** と同じ	**JIS** と同じ	IDT	―	

JIS と国際規格との対応の程度の全体評価：MOD

備考1. 項目ごとの評価欄の記号の意味は，次のとおりである。
― IDT……………… 技術的差異がない。
― MOD/変更……… 国際規格の規定内容を変更している。

2. **JIS** と国際規格との対応の程度の全体評価欄の記号の意味は，次のとおりである。
― MOD…………… 国際規格を修正している。

JIS B 9960-11：2004

機械類の安全性－機械の電気装置－第11部：交流1000V又は直流1500Vを超え36kV以下の高電圧装置に対する要求事項 解説

この解説は，本体及び附属書に規定・記載した事柄，並びにこれらに関連した事柄を説明するもので，規格の一部ではない。

この解説は，財団法人日本規格協会が編集・発行するものであり，この解説に関する問合せは，財団法人日本規格協会へお願いします。

1. 制定の趣旨 この規格は，**IEC**（International Electrotechnical Commission 国際電気標準会議）規格の **IEC 60204-11** Safety of machinery－Electrical equipment of machines－Part11:Requirements for HV equipment for voltages above 1000 V a.c. or 1500 V d.c. and not exceeding 36 kV の第1版（2000年）に基づいて作成した。**IEC 60204-11** は IEC/TC44（機械類の安全性－電気的側面）が作成したものであり，**ISO**，**IEC** で構築が進められている安全規格体系のなかで，機械の高電圧電気装置に関するタイプB規格（グループ安全規格）に位置付けられる。WTO/TBT 協定を遵守し早期に国際規格に対応した日本工業規格を制定する必要があるため，**JIS B 9960-1**:1999（機械類の安全性－機械の電気装置－第1部：一般要求事項）に引き続き，**JIS** として制定することとした。この規格はタイプC規格（機械に関する個別規格）及び個別の機械の仕様書に引用されることを意図している。

2. 制定の経緯 **JIS B 9960-1**:1999 が低電圧装置を対象としているのに対し，この規格は，高電圧装置に対する要求事項を規定している。この規格の主な適用対象には，原材料採取，移送，加工などを行う機械設備（例えば，製紙機械，鉱山機械，圧延機など）がもつ高電圧の電気，電子装置及びシステムがある。

IEC/TC44 国内審議委員会の下部機関として専門技術者からなる作業部会を構成し，平成12年度に **IEC** 原規格の翻訳作業を，平成13～14年度に規格内容の調査を行った。これを基に，社団法人日本機械工業連合会を事務局とする原案作成委員会（**5.**参照）が作成した原案によって制定した。

3. 審議中に問題となった事項 この規格は，主として接地システムと中性点の接地方式（五つの方式）から安全要求事項を詳しく規定しているが，日本の中性点非接地方式の現状が問題となった。配電電圧の昇圧化の動向に対し，各接地方式の詳細検討と日本の国情も反映した国際規格提案を今後の課題とすることになった。

4. 適用範囲 電気設備に関する技術基準を定める省令（以下“電技”という）では，交流では600 V を超える電圧，直流では750 V を超える電圧が高圧とされるが，この規格の適用対象となる電気装置の電源電圧範囲は交流の場合1 000 V を超え36 kV 以下，直流の場合1 500 V を超え36 kV 以下である。電技で高

圧とされる範囲であっても交流 1 000 V 以下，直流 1 500 V 以下の装置には，この規格は適用せず，**JIS B 9960-1** が適用される。

交流の場合，この規格の公称電源電圧と **JEC 158** 電気規格調査会標準規格による公称電源電圧及び最高電圧との対比などを，次の表に示す。

交流の場合

単位　V

この規格が適用される公称電源電圧（定格電圧）		JEC 158 の公称電圧と最高電圧の標準値		備考（電技による電圧の種別）
		公称電圧（線間）	最高電圧（線間）	
1 000 < V ≥ 36 000	3 600	3 300	3 450	高圧（600 超 7 000 以下）
	7 200	6 600	6 900	
	12 000	11 000	11 500	特別高圧（7 000 超）
	24 000	22 000	23 000	
	36 000	33 000	34 500	

直流の場合，電圧の標準値は公的に規定されていない。

直流の場合

単位　V

この規格が適用される公称電源電圧（定格電圧）		備考（電技による電圧の種別）
1 500 < V ≥ 36 000	1 500 < V ≥ 7 000	高圧（750 超 7 000 以下）
	7 000 < V ≥ 36 000	特別高圧（7 000 超）

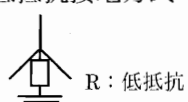
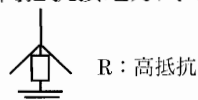
5.　規定項目の内容　規定項目についての補足事項を，次に示す。

a)　**引用規格**（本体の **2.**）　原国際規格で引用規格（normative）としている **EN 5017**, Electronic equipment for use in power stations 及び **HD 637**, Power installations exceeding 1 kV a.c.は，国際規格ではないので，この規格では引用規格リストからはずし，本文中で**参考**として引用した。これらの規格は，本体巻末の関連規格に **JEM 1425** 及び **JCS168** とともに示した。

b)　**電気装置の選択**（本体の **4.2**）及び**種類**（本体の **5.2.2**）　高電圧開閉装置及び電源断路機器を選択する場合は **IEC 60298** による，と規定しているが，**IEC 60298**, A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV を一部修正した日本電機工業会規格 **JEM 1425** があるので，このことを**参考**に示した。

c)　**間接接触に対する保護**（本体の **6.3**）　この規格が扱う電路の接地方式には，次の五方式があり，それぞれに対し要求条件を示している。

①　中性点非接地方式 (isolated neutral earthing)

②　中性点低抵抗接地方式（low-impedance neutral earthing）

③ 中性点高抵抗接地方式 (high-impedance neutral earthing)

④ 消弧リアクトル（共振接地）方式 (resonant earthing)

⑤ 中性点直接接地方式 (direct neutral earthing)

d) 移動機械に対する保護（本体の **6.3.4**）　この規格では，3 種の電源供給方式（電路の接地方式）に対し，異なる要求事項を規定している。供給電圧の制限，ケーブル長の制限，及び自動断路の要求が次のように規定されているが，電技 15 条にはこの要求と異なる規定がある。電技と異なる部分に対しては，国内使用の場合は電技の規定が優先される。特に自動断路の要求に注意が必要である。

－ 中性点直接接地方式は，一般的に 2 kV 未満の供給電圧に適用し，自動断路は，常に必要とする。

－ 中性点低抵抗接地方式は，供給上限電圧が 36 kV までで，ケーブル上限長さが 4 km までに適用し，自動断路は，通常必要とする。

－ 中性点非接地方式又は中性点高抵抗接地方式は，供給上限電圧が 36 kV までで，ケーブル長さ 8 km までに適用し，自動断路は，通常必要でない（**電技では必要である**）。

e) 導体（本体の **13.2**）　絶縁体の種類ごとに通常時の最高許容導体温度及び短絡時の短時間最高許容導体温度が表 2 に示されているが，電気用品安全法と日本電線工業会規格 **JCS 168** には，この規格と異なる基準がある。これら国内基準の値を，この規格の規定値と対比して次の表に示す。電気用品安全法（電気用品の技術上の基準を定める省令の附属の表“電気用品に使用される絶縁物の使用温度の上限値”）では，通常時の最高許容導体温度がこの規格と異なり，**JCS 168**［Ⅲ定数 1.（3）短絡時又は地絡時］では短絡時の短時間最高許容導体温度がこの規格と異なる。

単位　℃

絶縁体の種類	通常時の最高許容導体温度		短絡時の最高許容導体温度	
	この規格の許容値	電気用品安全法の基準	この規格の許容値	**JCS 168** の許容値
ビニル（PVC）	70	60	160	120
架橋ポリエチレン（XLPE）	90	90	250	230
エチレンプロピレンゴム混合物（EPR/HEPR）	80～90	90	250	230

f) 可とうケーブル（本体の **13.7**）　この規格では制限していないが，移動機械の電気装置への電源供給用可とうケーブルを特別高圧で使用する場合，電技第 56 条 3 項では移動ケーブルの布設は屋内だけに限定している。

g) 絶縁抵抗試験（本体の **19.3**）　絶縁抵抗試験時の測定電圧は，この規格では高電圧装置の定格電圧に等しい値，又は 5 kV のいずれか小さい値によるとしている。日本では，従来，測定電圧を 1 kV とするのが普通であり，**JIS C 1302**（絶縁抵抗計）の測定電圧も 1 kV が最大値であるなどの問題もあるが，機械製品の国際規格整合化を重視し原国際規格のとおりとした。

h) **耐電圧試験**（本体の **19.4**）　据付け後の現場での耐電圧試験の印加電圧に関する関連基準を次に示す（交流電源の場合）。

1) **IEC 60298**，**附属書 DD** による方法は，乾燥条件で商用周波耐電圧試験電圧×0.8 の電圧を 1 分間印加することとしている。

2) 電技（“電気設備の技術基準の解釈について”第 17 条）では，試験電圧を 10 分間（連続）印加することとしている。試験電圧は，最大使用電圧が 7 000 V 以下の場合，最高使用電圧の 1.5 倍の電圧とし，最大使用電圧が 7 000 V を超え，36 kV 以下の場合は，中性点接地方式では最高使用電圧の 0.92 倍，その他の方式では 1.25 倍の電圧としている。

6. **原案作成委員会の構成表**　原案作成委員会の構成表を，次に示す。

JIS B 9960-11 原案作成委員会構成表

	氏名	所属
（委員長）	関　口　　隆	横浜国立大学
（委員）	西　條　広　一	オークマ株式会社
	井　上　洋　一	ビューローベリタス
	大　槻　文　芳	社団法人日本工作機械工業会
	小　森　雅　裕	社団法人日本鍛圧機械工業会
	佐々木　孝　雄	社団法人日本縫製機械工業会
	佐　藤　公　治	社団法人日本ロボット工業会
	赤　嶺　淳　一	社団法人日本電機工業会
	川　島　英　治	社団法人日本電気制御機器工業会
	上湯瀬　　広	株式会社キトー
	坂　井　正　善	日本信号株式会社
	平　沼　栄　浩	布目電機株式会社
	竹　原　操　平	株式会社ダイフク
	十　川　修　一	川崎重工業株式会社
	羽　田　健　一	株式会社明電舎
	田　村　文　彦	株式会社安川電機
	渡　辺　昭　一	オムロン株式会社
	石　川　雅　英	富士電機株式会社
	松　波　敏　昭	三菱電機株式会社
	竹　内　時　男	社団法人日本印刷産業機械工業会
	稲　富　隆　夫	コマツ産機株式会社
	浦　沢　幸　雄	大和電業株式会社
	川　井　健　司	株式会社山武
	穐　山　貞　治	経済産業省産業技術環境局標準課
	芦　田　　暁	経済産業省産業技術環境局標準課
	森　戸　和　美	厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課

(オブザーバー)		大　川　龍　郎	経済産業省製造産業局機械課
		鬼　東　忠　人	経済産業省産業技術環境局基準認証ユニット
(事務局)		山　崎　　　浩	社団法人日本機械工業連合会
		水　島　宣　浩	社団法人日本機械工業連合会
(分科会主査)	○	羽　田　健　一	株式会社明電舎
(分科会委員)	○	内　田　直　司	富士電機株式会社
	○	鹿　野　和　夫	株式会社日立製作所
(分科会オブザーバー)	○	川　畑　　　理	三菱重工業株式会社
	○	篠　原　　　淳	三菱重工業株式会社
	○	高　田　秀　文	石川島播磨重工業株式会社
	○	日　平　芳　法	三菱電線工業株式会社
	○	阿　部　　　章	日立電線株式会社
(分科会事務局)		水　島　宣　浩	社団法人日本機械工業連合会

備考　○印は，分科会委員を示す。

(文責　須藤 次男)

★内容についてのお問合せは，標準部標準調査課［FAX(03)3405-5541 TEL(03)5770-1573］へご連絡ください。

★JIS 規格票の正誤票が発行された場合は，次の要領でご案内いたします。

(1) 当協会発行の月刊誌“標準化ジャーナル”に，正・誤の内容を掲載いたします。

(2) 原則として毎月第 3 火曜日に，“日経産業新聞”及び“日刊工業新聞”の JIS 発行の広告欄で，正誤票が発行された JIS 規格番号及び規格の名称をお知らせいたします。

なお，当協会の JIS 予約者の方には，予約されている部門で正誤票が発行された場合，自動的にお送りいたします。

★JIS 規格票のご注文は，普及事業部カスタマーサービス課［TEL(03)3583-8002 FAX(03)3583-0462］又は下記の当協会各支部におきましてもご注文を承っておりますので，お申込みください。

JIS B 9960-11
機械類の安全性－機械の電気装置－第 11 部：交流 1000V 又は直流 1500V を超え 36kV 以下の高電圧装置に対する要求事項

平成 16 年 4 月 1 日　第 1 刷発行

編集兼発行人　坂 倉 省 吾

発 行 所

財団法人 日 本 規 格 協 会

〒107-8440　東京都港区赤坂 4 丁目 1-24

札 幌 支 部　〒060-0003　札幌市中央区北 3 条西 3 丁目 1　札幌大同生命ビル内
TEL (011)261-0045　FAX (011)221-4020
振替：02760-7-4351

東 北 支 部　〒980-0811　仙台市青葉区一番町 2 丁目 5-22　GE エジソンビル仙台内
TEL (022)227-8336(代表)　FAX (022)266-0905
振替：02200-4-8166

名古屋支部　〒460-0008　名古屋市中区栄 2 丁目 6-1　白川ビル別館内
TEL (052)221-8316(代表)　FAX (052)203-4806
振替：00800-2-23283

関 西 支 部　〒541-0053　大阪市中央区本町 3 丁目 4-10　本町野村ビル内
TEL (06)6261-8086(代表)　FAX (06)6261-9114
振替：00910-2-2636

広 島 支 部　〒730-0011　広島市中区基町 5-44　広島商工会議所ビル内
TEL (082)221-7023,7035,7036　FAX (082)223-7568
振替：01340-9-9479

四 国 支 部　〒760-0023　高松市寿町 2 丁目 2-10　JPR 高松ビル内
TEL (087)821-7851　FAX (087)821-3261
振替：01680-2-3359

福 岡 支 部　〒812-0025　福岡市博多区店屋町 1-31　東京生命福岡ビル内
TEL (092)282-9080　FAX (092)282-9118
振替：01790-5-21632

Printed in Japan　DI/B

2010-01-15 SW

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 11 : Requirements for HV equipment for voltages above 1000V a.c. or 1500V d.c. and not exceeding 36kV

JIS B 9960-11 : 2004

(JMF)

Established 2004-03-25

Investigated by

Japanese Industrial Standards Committee

Published by

Japanese Standards Association

定価 2,940 円（本体 2,800 円）

ICS 13.110; 29.020

Reference number：**JIS B 9960-11**:2004(**J**)